

pp 417-422
bound after
p. 426

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

Related lit.
9/32/45a

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer †, in Marburg
Fr. Frech †, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin

Jahrgang 1917

Mit zahlreichen Figuren im Text



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele)

19-80362-Sept. 30.

Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.

Druck der K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

QE1
.C3
1917

Inhalt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Bücherbesprechungen.

Personalia.

Sachregister

zum Centralblatt für Mineralogie etc. 1917.

Die Original-Mitteilungen sind *kursiv* gedruckt.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über Justierung schlecht reflektierender Kristalle.

Mitteilungen aus dem Mineralogischen Institut der Bergakademie Freiberg.

Von **Paul Berberich** in Freiberg.

Mit 6 Textfiguren.

Bei goniometrischen Beobachtungen von Kristallen, die mehr oder weniger stark mit Wachstums- oder Lösungsakzessorien bedeckt sind, kann es manchmal zweckmäßig erscheinen, die einem bestimmten Reflex entsprechende Oberflächenstelle gleich im Anschluß an die Messung auch unter dem Mikroskop zu studieren und erst nachher weiter zu messen.

Wenn es sich dabei um einen Kristall handelt, der wegen starker Rundung oder Mattheit der Flächen oder anderer Umstände nur mit großer Mühe justiert werden konnte, so wird man aus Scheu vor einer zweiten derartigen Justierung diese wünschenswerte Untersuchung am Mikroskop leicht unterlassen.

Es wird daher von Vorteil sein, eine Vorrichtung zu besitzen, welche gestattet, den einmal mühsam justierten Kristall vom Goniometer abzunehmen und ihn später dort rasch wieder zu orientieren.

Dies wird durch eine Methode erreicht, deren Prinzip folgendes ist:

Man kittet den Kristall auf einen Kristallträger (siehe schematische Fig. 1), dessen Platte *p* nach allen Richtungen gegen den Stiel *z* geneigt werden kann und auch bei jeder Neigung genügend fest stehenbleibt. Dieser Stiel *z* ist genau zylindrisch geschliffen und hochpoliert. Infolgedessen ergibt er ganz analog einem z. B. in der Prismenzone gekrümmten Kristall als Reflex einen je nach der Güte der Politur scharfen Lichtzug.

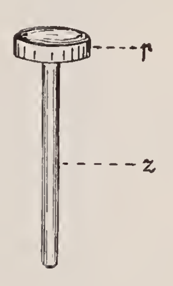


Fig. 1.

Mittels dieses Reflexzuges justiert man bei der erstmaligen Aufsetzung des Kristalls an das Goniometer zunächst auf leichte Weise den Stiel *z* mit Hilfe der Justierschlitten.

Unter Beibehaltung dieser Justierung justiert man darauf durch geeignetes Neigen der Platte *p* den Kristall selbst nach der zu messenden Zone.

Nach diesen beiden Operationen liegt diese Kristallzone parallel zur Krümmung des Stieles *z*.

Nimmt man nun — etwa zum Zwecke der Untersuchung unter dem Mikroskop — den Träger samt Kristall vom Goniometer ab, so ist der schlecht reflektierende und an sich schwer zu justierende

Kristall bei der zweiten Aufsetzung an das Goniometer rasch und sicher wieder justiert, wenn man einfach den gut reflektierenden Trägerstiel *z* justiert.

Nach diesem Prinzip ließ Verfasser den in Fig. 2 abgebildeten Kristallträger anfertigen. Länge 30 mm, Dicke 6 mm. Er besteht aus zwei Teilen.

Der äußere, zylindrisch geschliffene Teil (Fig. 3) ist an einer schmalen Stelle *z* hochpoliert und ist der Länge nach zur Aufnahme des inneren Teiles durchbohrt.

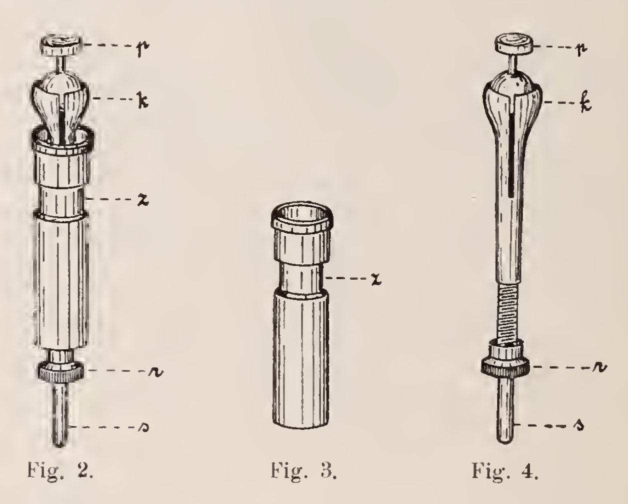


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Dieser innere Teil (Fig. 4) besteht im wesentlichen aus einem die Platte *p* tragenden Kugelgelenk *k*[1]) und läuft nach unten in einen langen Stiel *s* aus. Mittels der Schraube *r* wird dieser innere Teil an den äußeren fest angezogen und zugleich auch das Kugelgelenk arretiert (Fig. 2).

Bei Benützung wird dieser Kristallträger (Fig. 2) an seinem Stiel *s* samt dem auf die Platte *p* gekitteten Kristall an das Goniometer geklemmt, nachdem die Schraube *r* gerade so fest angezogen wurde, daß *p* einerseits leicht genug geneigt werden kann ohne Störung des festgeklemmten Trägers und andererseits in jeder Lage auch fest genug stehenbleibt. Mittels der hochpolierten Stelle *z* wird der Kristallträger justiert.

Der eben beschriebene Kristallträger diente in Verbindung mit einem einfachen Drehapparat dem Verfasser auch zur raschen

[1]) Ein Ersatz des Kugelgelenkes durch zwei kleine Kreisschlitten würde natürlich die Justierung des Kristalls erheblich erleichtern. Die Schlitten könnten auf einen massiven Zylinder aufgeschraubt werden, wodurch der ganze Apparat vereinfacht würde.

Orientierung der Kristalle unter dem Mikroskop. Achse des Drehapparates (Fig. 5) ist der beschriebene Kristallträger. Wird der Apparat mit seinen beiden leicht abnehmbaren Füßchen (*f* in Fig. 6, von unten gesehen) auf den Objekttisch des Mikroskops gestellt, so liegt die Achse senkrecht zum Objektiv.

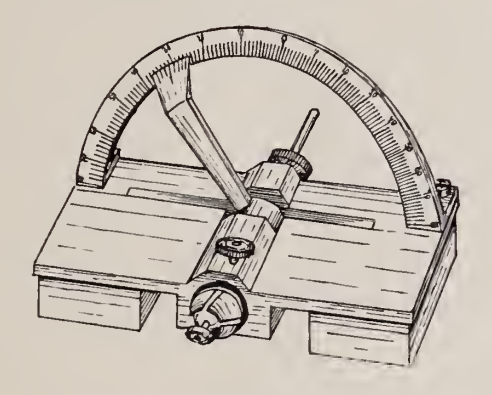


Fig. 5.

Mit Hilfe des die Achse leicht umklammernden und mit einem Nonius versehenen Zeigers lassen sich die Achsendrehungswinkel am Teilkreis auf 5′ genau ablesen, auf 2′ schätzen. Unter der

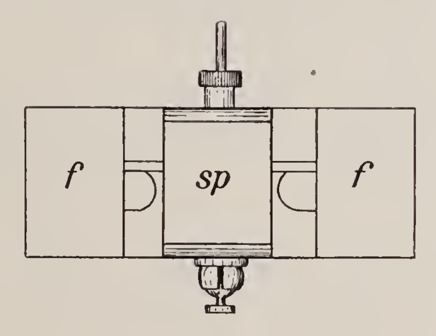


Fig. 6.

Achse, zwischen den Füßchen *f*, ist ein Spiegel *sp* angebracht, der beim Aufsitzen des Apparates auf dem Objekttisch ebenfalls senkrecht zum Objektiv liegt (Fig. 6).

Folgende Aufgaben sind nun leicht auszuführen:

1. Die am Goniometer eben gemessene Kristallzone soll unter dem Mikroskop senkrecht zum Objektiv orientiert werden.

Lösung: Man nimmt den Kristallträger samt Kristall vom Goniometer ab und steckt ihn als Achse in den auf dem Mikroskoptisch stehenden Drehapparat.

2. Ein bestimmtes Flächenelement dieser Zone (das vielleicht auch für Autokollimation am Mikroskop zu schlecht reflektiert) soll unter dem Mikroskop in eine zum Objektiv senkrechte Lage gebracht werden.

Lösung: Man nimmt den Kristallträger samt Kristall vom Goniometer ab, steckt ihn als Achse in den Drehapparat und klemmt ihn dann mit dem Apparat wieder an das Goniometer. Mit Hilfe der Goniometerjustierschlitten (beim zweikreisigen Instrument bequemer mit den Goniometerkreisen) bringt man dann den Reflex der in Frage stehenden Oberflächenstelle des Kristalls in den Fadenkreuzmittelpunkt, worauf man das Goniometer arretiert. Sodann dreht man den Drehapparat um seine am Goniometer feststehende Achse, bis der Reflex des Spiegels *sp* ebenfalls im Fadenkreuzmittelpunkt erscheint und arretiert mit der in Fig. 5 sichtbaren Schraube Apparat und Achse gegenseitig.

Jetzt deckt sich also der Reflex des Spiegels mit dem Reflex der betreffenden Stelle des Kristalls. Spiegel und diese Stelle (Flächenelement) liegen somit parallel. Nach Abnahme des ganzen Apparates vom Goniometer und Aufstellen desselben auf den Mikroskoptisch liegt also das betreffende Flächenelement senkrecht zum Objektiv, nach unten gewandt. Eine einfache Drehung der Achse um 180^0 bringt den Kristall in die gewünschte Stellung[1].

3. Nach den am Goniometer abgelesenen Winkeln läßt sich jetzt jede andere Stelle der betreffenden Kristallzone durch einfache Drehung in diese Lage bringen.

4. Handelt es sich nicht um die Orientierung einer Kristallzone unter dem Mikroskop, sondern soll ganz unabhängig von den goniometrischen Messungen irgendein beliebiges, vielleicht sehr kleines Oberflächenelement in eine zum Mikroskopobjektiv senkrechte Lage gebracht werden, so verfährt man schnell und sicher auf folgende Weise:

Man unterläßt völlig das Justieren des Trägers und des Kristalls und klemmt ohne weiteres wie unter 2. den Drehapparat samt Kristall an das Goniometer. Dort bringt man mit den Justierschlitten (oder den Goniometerkreisen) den Reflex des Spiegels *sp* ins Fadenkreuz und darauf durch Neigung der Platte *p* den Reflex der betreffenden Kristalloberflächenstelle.

Diese letzte einfache Methode hat Verfasser auch bei der photographischen Aufnahme von „Ätzfiguren“ angewandt.

[1] Diese Drehung käme in Wegfall, wenn auch auf der Oberseite des Apparates ein kleiner Spiegel angebracht wäre.

Die Trias der Schweizer Alpen und damit zusammenhängende Fragen.

Von **W. Deecke.**

Die Trias der schweizerischen Alpen ist im Verhältnis zu der Massengestaltung des ganzen Gebirges und ebenso verglichen mit der Entwicklung dieser Formation in den Ostalpen ein höchst unbedeutendes Sedimentglied. Sie besitzt indessen großen Wert für die Tektonik, weil sie weithin als erstes leicht erkennbares Schichtpaket (Rötidolomit) über dem Grundgebirge die Lagerung sicherstellt. Neuerdings hat ihre verschiedene Ausbildungsart in den Voralpen, als sogen. alpine Fazies, als ein Hauptbeweis für die Deckentheorie mit ihren enormen Überschiebungen dienen müssen. Gerade deswegen hat mich das Problem der schweizerischen Trias immer interessiert, und ich habe, seit ich mich wieder mit den alpinen Fragen befasse, gerade ihr meine Aufmerksamkeit geschenkt. Ich glaube im Laufe eines Jahrzehnts genug an Ort und Stelle gesehen zu haben, um meine Ansichten aussprechen zu dürfen, d. h. um eine kritische Darstellung der landläufigen Auffassung zu geben. Im Winter 1914 habe ich schon den Kern dieser Ausführungen bei einem unserer Colloquien in Basel vorgetragen, freilich nicht mit dem gewünschten Erfolg, weil die Deckentheorie alles Denken beherrschte. Darüber muß man sich aber dennoch klar werden: läßt sich die sogen. alpine Fazies der Voralpen einigermaßen in ein bekanntes Schema eingliedern, so hört sie auf, als Stütze für große Überschiebungen von Süden her brauchbar zu sein.

Die Trias der Schweizer Zentralalpen gliedert sich in Verrucano, Rötidolomit, Quartenschiefer, wobei man den ersten als Perm und Buntsandstein aufgefaßt hat. Der Rötidolomit ist als Muschelkalk, der Quartenschiefer als Keuper angesehen worden. Über dem letzten ruht Lias mit Belemniten, wodurch das relative Alter sichergestellt ist. Der ganze Komplex tritt in den Glarner Alpen und im Berner Oberlande auf und keilt westlich gegen eine andere, aus Gips, Rauchwacke und hangenden Dolomiten bestehende Serie in den französischen Westalpen aus. Ebenso wird er in den Bündener Alpen durch eine aus Sandstein, Gips- und Dolomithorizonten zusammengesetzte, bisweilen mächtig anschwellende Serie ersetzt. Wie die Simplon- und Gotthardkarte von Schmidt und Preiswerk dartut, ist südlich der Rhône ein Rauchwackenband als integrierender Bestandteil an der Basis der jüngeren Sedimente erhalten, begleitet von marmorisiertem, stellenweise recht mächtigem Dolomit, beide viel gefaltet, überschoben oder ausgewalzt. Noch weiter im Süden bei Lugano und Como, sowie in Fetzen am Ausgange des Langen Sees steht südalpine Trias an mit Verrucano, Muschelkalk, Esinodolomit, Raibler Schichten, die einen Gipshorizont um-

schließen, Hauptdolomit, Rhät. Die Aufnahmen der italienischen Geologen in den Piemonteser Alpen haben schließlich dargetan, daß zum mindesten der Hauptdolomit in den Cottischen und Seealpen mit Gipshorizonten existiert und damit den Anschluß an die Ausbildungsform der westalpinen Trias ermöglicht.

Niemand wird im Zweifel sein, daß die von den Ostalpen über das Seengebiet bis Piemont reichende Fazies etwas anderes ist als die in der Zentralschweiz vorhandene Serie, daß wirklich zwei Faziesgebiete vorliegen, von denen das südliche durch die Gipse und Rauchwacken und die Dolomite besonders gut gekennzeichnet erscheint.

Während nun so von Westen über Süden nach Osten sich im großen und ganzen, wenn auch auf Umwegen, eine Verbindung der verschiedenartigen Triasschichten herstellen läßt, trennt das diluvial bedeckte Molasseland absolut die Alpen von der germanischen Provinz. Diese reicht bis in das schweizerische Juragebirge und trägt in diesem durchweg den normalen süddeutschen Charakter; nur kennen wir die Schichten unterhalb der Anhydritgruppe infolge der tektonischen Prozesse (Abscherung) nicht mehr, wenn sie überhaupt vorhanden waren. Ein unmittelbarer Anschluß der Schweizeralpen-Trias nach Norden war bisher nicht zu gewinnen und die Parallelisierung von Rötidolomit und Quartenschiefer mit Muschelkalk und Keuper war lediglich wegen ihrer petrographischen gleichartigen Anfeinanderfolge mit jenen geschehen.

Am Südrande der breiten Lücke, in der Flyschzone der Kalkalpen, entdeckte man nun triadische Sedimente in den Klippenbergen von Giswyl, in den Mythen und bei Iberg und konstatierte dort Gipshorizonte, Muschelkalk, mächtige Kalkalgen-Dolomite und sogen. Raibler Schichten, deren Gesteine und Folge an die südalpine Fazies erinnern. Daneben wurde aber bei Iberg Rötidolomit beobachtet, und zwar getrennt von jenen ersten. Die südalpinen Schichtentrümmer sollten über das Aaremassiv nach Norden geschoben und mit Tauchfalte an den Nordrand der Alpenkette gelangt sein. Das perlschnurartige Auftreten dieser „Klippen" längs des nördlichen Alpenrandes, ihre tektonische Verbindung mit dem Flysch und lokal mit sogen. südalpinen Jura- und Kreideschollen gab oft genug den „sicheren Beweis" für den geschilderten tektonischen Prozeß.

Untersuchen wir nun ohne alle Voreingenommenheit, was eigentlich sicher bekannt ist, und ob sich nicht doch eine Anlehnung dieser Klippenfazies an nördlichere Vorkommen ermöglichen läßt.

Am klarsten sind wir über den Verrucano. Mit Recht sagte C. Schmidt, es sei der nach Norden und Süden abgeschüttelte Schutt der carbonischen Alpenketten. Da aber der Komplex im Norden wesentlich mächtiger ist als im Süden, deutet er an, daß

dort wie bei Beginn der tertiären Alpenfaltung eine tiefere Senke lag, zum mindesten die Höhendifferenzen bedeutender waren. Der Verrucano keilt vom Walensee gegen Süden rasch aus, was man bisher immer als Auswalzungserscheinung gedeutet hat, was aber bei solchen klastischen Gesteinen vielfach durchaus eine primäre Erscheinung sein kann und an vielen Stellen zweifellos ist. Die ihm in jeder Weise homologen Massen des süddeutschen und Thüringer Rotliegenden zeigen dasselbe Verhalten. Ja, sogar der süddeutsche Buntsandstein besitzt noch kräftige Differenzen, da er z. B. in seinem mittleren und unteren Teil bei Freiburg nur 10 m, etwa 20 km nördlich über 120 m Dicke mißt. Da der Verrucano aus den Alpen sich ableitet, verschwindet er in den Zentralmassiven mehr und mehr und zeigt sich erst wieder auf dem Südhange bei Lugano und am Comer See als eine keineswegs bedeutende Schicht (20—30 m) und wird nur dort mächtiger, wo Eruptiva ihm eingeschaltet sind. Auf dieser Südseite ist Zunahme der Mächtigkeit (in der oberen Val Brembana oder mittleren Val Cammonica) bestimmt eine ursprüngliche Sache. Nur auf diesem Südhange vermögen wir nach oben hin das Alter leicht zu begrenzen. Der Schutt wird durchweg feiner, nimmt sandsteinartigen Habitus an und geht in den Komplex über, den wir Servino nennen. Dieser führt an einigen Stellen Gips, also den Gipshorizont I, an anderen liegt darin eine typische Fauna der Werfener Schichten. Diese aus den Venezianer Alpen näher bekannt gewordenen Formen sind kürzlich von Reich am Luganer See nachgewiesen und finden sich überall deutlich unter dem hangenden Kalkhorizont. Dagegen fehlt bei Lugano der Gips. Im Norden ist nirgends eine ähnlich sichere Obergrenze bisher gefunden worden; denn der Rötidolomit gestattet verschiedenartige Deutung. Anderswo, z. B. im Rhätikon und Bünden, ruhen auf den Sandsteinen Gipse und Rauchwacken und Dolomite von nicht näher bestimmtem triadischem Alter. Die Verrucanobildung kann also bis weit in die Trias hineingereicht haben.

Den Verrucano bedecken im Süden Glieder des Muschelkalkes, im Norden der Rötidolomit. Nur der erste ist sicher einzuordnen. Bei Lugano fand C. Schmidt in den grauen dicken Kalkbänken *Retzia trigonella* Schaur. Aber es zeigt sich, daß wie der Servino stark reduziert ist, so auch der Muschelkalk dort nur der Ausläufer östlich gelegener mannigfaltigerer Schichten ist. Wir haben dort nichts von Bernocoluto, nichts von den Perledokalken, dem *Trinodosus*-Niveau, den *Lommeli*-Schichten und der Pietra verde. Die Luganer Gegend wurde damals eben erst vom Meere überspült, und das westlicher gelegene Gebiet war wohl sicher noch Land, höchstens eine Gipspfannenzone.

Erst mit der Dolomitbildung des Esinokalkes setzt die Senkung gründlich ein und greift westlich und nordwestlich vom Luganer See über die alten Massen über (Gipshorizont III).

Bei dieser Gelegenheit ist sofort über die Bedeutung der *Retzia trigonella* als Leitform zu reden. Sie charakterisiert bei Recoaro, in den steirischen Alpen und in Oberschlesien den unteren Muschelkalk; sie dringt in die germanische Trias ein, kommt aber in dieser nur im Trochitenkalk vor (Würzburg, Schwaben, Grötzingen bei Durlach, Heidelberg). Daher darf sie an den Grenzen der deutschen Fazies, also auch in den Iberger Klippen, nur als Muschelkalkfossil, nicht als Leitform für eine bestimmte Stufe desselben benutzt werden. Bei Lugano wird die Sache ähnlich liegen, da die 10 m Kalk dort den ganzen eigentlichen Muschelkalk vertreten. Von den Gyroporellen gilt das gleiche, da sie in Oberschlesien dem Schaumkalk, in Venetien dem Wellenkalk, in Lothringen und Schwaben der Basis des Trochitenkalkes, in den Südalpen erst dem Esinodolomit angehören. Schon diese zwei wichtigen Leitfossilien zeigen, wie es mit der Sicherheit der bisherigen Altersbestimmungen beschaffen ist.

Der Rötidolomit hat bisher gar keine brauchbaren Fossilien geliefert. Er ist ein fossilleerer gelblicher, rötlich verwitternder, kryptokristalliner, in der Mächtigkeit nicht bedeutender Kalk, der häufig stark gedrückt und gequält erscheint. Am Kirchhof bei Innertkirchen oberhalb Meiringen hat Paulcke vor einigen Jahren in ihm einige dürftige Versteinerungen entdeckt, so schlecht erhalten, daß sie noch immer nicht anders als annähernd gattungsweise bestimmbar waren; es soll sich um *Myophoria*, *Nucula*, *Gervillia*, vielleicht auch *Anoplophora* handeln, was gar nichts besagt, außer daß der Rötidolomit mariner Natur ist. Kleine Nuculiden, Gervillien und Anoplophoren-artige Dinge gibt es genug im Rhät; die Myophorie ist nur mit cf. *vulgaris* bestimmt. Verglichen mit der germanischen Fazies kommen Muschelkalk, Lettenkohle und Rhät in Betracht, von denen ich mich, wie im folgenden erörtert werden soll, für rhätisches Alter entscheide. Dann wäre der Rötidolomit kein Äquivalent des Muschelkalkes, sondern eine Kalkbank des allgemein in Mitteleuropa und besonders im Bereiche des variskischen Gebirges transgredierenden obertriadischen Meeres. Die ihn bedeckenden Quartenschiefer stellen den süddeutschen *Zanclodon*-Mergeln oder den südalpinen Azzarola-Schichten gleichartige Gebilde dar und unterteufen den durch Fossilien wieder kenntlichen Lias. Da sie oft unter Belemniten-führendem Lias liegen, ist eine Gleichalterigkeit mit den „Schwaichel" genannten Lias-α-Schichten keineswegs ausgeschlossen, wenigstens an manchen Stellen. Ehe wir aber darauf eingehen, wie ich zu dieser Deutung gelangt bin, müssen wir die Klippenfazies besprechen.

Zwischen den Mythen und Iberg kennt man seit langem einen gips- und rauchwackehaltigen Horizont. In ihm stoßen auf der Zweckenalp dunkle Kalke heraus, meistens in Blöcken sichtbar, und enthalten nach Quereau verkieselte Gyroporellen nebst

Dadocrinus gracilis Schaur.
Retzia trigonella Schaur.
Spiriferina Mentzeli
Terebratula vulgaris Schl.

Isoliert davon beobachten wir im Roggenstock bei Iberg eine gewaltige Masse von fossilleerem grauem Dolomit, unter diesem einen grauschwarzen, arg gedrückten Kalkschiefer, und wieder isoliert, aber im allgemeinen tiefer liegend, an der Mördergrube Rötidolomit, den Hoeck dort zuerst konstatierte, während Quereau ihn schon aus dem Käswalddobel angeführt hatte. Daß hier im Klippengebiet Rötidolomit neben den anderen Schichten vorkommt, ist sehr wichtig. — Die zweite, bis zu gewissem Grade klare Stelle sind die Klippen von Giswyl, welche Hugi untersuchte. Dort erscheinen an der Basis ebenfalls Gipse und Rauchwacke, und zwar in recht bedeutender Ausdehnung. Abermals liegen auf oder in ihnen Blöcke eines Kalkes mit *Retzia trigonella*, und erst darüber erheben sich die klotzigen Massen der Dolomitberge (Schafnase, Gr. Roßfluh, Mändli) mit 500—600 m Höhe, in der Gr. Roßfluh die prachtvolle C-Falte bildend. Der Dolomit mißt ca. 300 m Mächtigkeit und führt an der Basis Gyroporellen oder, sagen wir lieber, schlechte Kalkalgen. — Wieder anders sehen die Fetzen von Trias aus, welche unter dem Jura der Mythenstöcke in der Scharte zwischen Großer und Kleiner Mythe hervorschauen; es sind nämlich bunte oder graue Griffelmergel mit einzelnen kohlige Reste führenden, dünnen, gelblichen Sandsteinbänken und weißlichen knolligen, an Steinmergel des deutschen Keupers erinnernden Schichten. In der Literatur hat man sie „Raibler Schichten“ genannt, und auf manchen Diapositiven unseres Instituts, die von Schülern Steinmann's herrühren, sind sie so bezeichnet, auch mir gegenüber von Schweizer Kollegen oft im Gespräche so benannt worden.

Wie diese letzte Parallelisierung zeigt, hat man diese Klippentrias als alpine und im besonderen als südalpine Fazies aufgefaßt. Wie steht es zunächst damit? Nur die mächtige Dolomitbildung läßt sich so erklären, ist aber ganz und gar nichts rein Südalpines, sondern geht von Tirol bis in die Westalpen ganz gleichartig weiter und reicht aus den letzten bis in den Unter-Wallis, wo bei Plex von Lugeon dem Giswyler Kalkalgendolomit gleiche Gesteine nachgewiesen wurden. Höchst irreführend hat die Bezeichnung „Raibler Schichten“ gewirkt. Nichts, aber auch gar nichts spricht für eine Identität dieser nordschweizerischen Mergel mit den Vorkommen in der Lombardei. Es fehlen die bunten Tuffsandsteine, die Gipse und Rauchwacke, die gesamte Fauna. Irgend welche Mergel unter einem Dolomit wie am Roggenstock darf man doch nicht nur wegen dieser, vielleicht nicht einmal primären Lage so parallelisieren! Die Schichten in der Mythen-

scharte haben weit mehr Ähnlichkeit mit verdünntem normalen germanischen Keuper, die Mergel des Roggenstocks können *Lommelli*-Zone, Raibler Schichten, Azzarolaschiefer sein, je nachdem man den fossilleeren Dolomit als Esino-, Haupt- oder *Conchodon*-Dolomit auffaßt, ferner in normaler Stellung befindlich oder überkippt ansieht. Der Rötidolomit des Iberger Gebietes paßt vollends nicht in das Bild. Die tieferen Lagen mit Rauchwacken und Gips werden mit Servino zusammengebracht, wobei immerhin zu bedenken ist, daß in der Luganer Gegend, woher diese Massen überschoben sein sollten, diese Ausbildung fehlt. Deshalb wurde an die Raibler Gipse (Horizont IV) gedacht, die dort noch vorkommen, und der Dolomit über ihnen bei Iberg als Hauptdolomit bezeichnet. Dann fehlt freilich wieder der mächtige südalpine Esinodolomit zwischen Gips und Muschelkalk. Irgend etwas stimmt bei diesem Vergleich immer nicht. An solchen salinaren Sedimenten haben wir jedoch viel näher, in der germanischen Trias, auch keinen Mangel, da ja der Röt, die Anhydritgruppe und der mittlere Keuper Salz und Gips führen können und die beiden letzten mit solchen Ausscheidungen bis in den Schweizer Jura reichen. Im übrigen gilt von diesem Salzkomplex dasselbe wie von dem Dolomit: er ist eine in den Alpen südlich der Hauptwasserscheide und in den Westalpen allgemeine, nur keine charakteristische süd- oder ostalpine Erscheinung. Schließlich bleibt zu bedenken, daß in den hier als Ursprungsgebiet in Betracht kommenden italienischen Alpen nur die Raibler Schichten Gipse bergen, womit wieder die Verbindung dieser letzten bei Iberg und Giswyl mit Muschelkalk nicht stimmt.

Also bleibt eigentlich für wirklich südalpine Trias nichts übrig als der in Blöcken beobachtete Muschelkalk mit *Retzia trigonella* und *Dadocrinus gracilis*. Wie es mit der *Retzia* und den Gyroporellen als Leitformen alpiner Fazies steht, ist oben auseinandergesetzt. Der Crinoid ist nach kleinen, isolierten Gliedern der Zweckenalpe benannt, und da solche selbst im deutschen Muschelkalke bis zur Keupergrenze auftreten, ein recht unsicheres Leitfossil. Nur *Spiriferina Mentzeli* hat wirklich als solches Wert, erscheint jedoch auch in Oberschlesien. Ich halte diese Klippenkalke trotzdem für unteren Muschelkalk, für ein Äquivalent des Wellenkalkes in einer der schlesischen Ausbildung nahestehenden Fazies, nicht für südalpin, weil alle anderen Merkmale fehlen. Von diesem endlich einigermaßen gesicherten Haltepunkte aus werde ich versuchen, den Knoten der anderen Schichten zu entwirren.

Auf der Zweckenalp macht der Diploporenkalk den Eindruck, als sei er die Unterlage der Gipse und Rauchwacke und an dem höchsten Punkte, der zugleich die stärkste Druckstelle ist, durchgedrückt und zerrissen. Wenn dem so ist, wäre der Gipshorizont jünger und ein normaler Repräsentant der germanischen, im besonderen der süddeutschen Anhydritgruppe (Gipshorizont II).

Auch an den Giswyler Stöcken findet man den Diploporenkalk mit Retzien nur in Blöcken (Alpboglen) immer in der unmittelbaren Nähe der Rauchwackenzone.

Jetzt kommt es darauf an, zu beweisen, daß die Anhydritgruppe soweit südlich angenommen werden darf. Gehen wir in Baden von Norden nach Süden, so sehen wir, wie der Buntsandstein ziemlich rasch auskeilt und am Schwarzwaldende bei Waldshut und Stühlingen auf wenige Meter sich reduziert. Der Wellenkalk ist anfangs eine rein marine Ablagerung, die ganz Südwestdeutschland gleichmäßig überdeckte und nach Süden die Grenzen des Sandsteins überschritt. Im Dinkelberg mißt er noch 40 m und. wie die Bohrung bei Rietheim im Kanton Aargau dartat, sogar 74 m und zeigt keine Spuren raschen Auskeilens. Nur im westlichen Schweizer Jura tritt er in den Gewölben nicht mehr hervor, weniger deswegen, weil er nicht vorhanden sein kann, sondern weil die Gipse und Salze nebst den Tonen der Anhydritgruppe eine Abscherung beim Faltenwurf erzeugten. Viel mächtiger aber als der Wellenkalk ist in diesem Grenzgebiete des Rheins der mittlere Muschelkalk, der bis 130 m mißt, wenn seine chemischen Ausscheidungen noch darin stecken. Diesen Horizont können wir aber durch den ganzen westlichen Jura verfolgen, von dem Vogesenfuße her längs des Doubs bis fast nach Salins. Damit sind wir schon in die Breite der Luzerner Klippenregion gelangt und haben sie sogar überschritten. Erst am Plateau de la Serre tritt die Verringerung des ganzen Muschelkalkes auf 40 m ein. Man wird dagegen einwenden, der französische Jura sei weit weg; indessen darf dieser Grund kaum von denjenigen Herren vorgebracht werden. welche für alpinen Jura und Kreide regelmäßige streifenförmige O—W-Verteilung der Fazies annehmen und die Klippen aus einem Gebiete der Südalpen herholen, das weiter entfernt ist.

Wir hätten also anzunehmen: Am Nordrande der Alpen entwickelte sich bei der allgemeinen mitteleuropäischen Senkung in der Untertrias eine Rinne, in welche Meer eindrang vom Osten her und dort eine der schlesischen verwandte Muschelkalkfauna aufkommen ließ. Die Reliefveränderungen im mittleren Muschelkalk brachten diese Furche in den Bereich der süddeutschen Salzpfannen, welche in diesem Streifen bis zum Beginn der Dolomitbildung anhielt. Es kann aber auch sehr wohl insofern umgekehrt sein, als unsere Anhydritgruppe ein Übergreifen der nördlich vor den Alpen bestehenden übersättigten Salzwasser darstellt; denn Trockenzeit war dieser mittlere Muschelkalk nicht; er verhält sich ganz anders als der obere Keuper mit seinen Sandsteinbänken, Landpflanzen und Sumpftieren. Wäre dem so, ist der Gang der Triasentwicklung zu beiden Seiten der Schweizer Alpen viel gleichmäßiger, als man bisher annahm. Unseren deutschen Hauptmuschelkalk haben wir zwar im ganzen Alpengebirge nicht; er ist etwas

Besonderes und keilt auch in Süddeutschland merklich gegen Süden aus, nimmt im französischen Jura nach Süden hin ab und wird in seinen oberen Teilen in Südbaden und im Basler Jura als *Trigonodus*-Dolomit auffällig dolomitisch. Die Monographie von G. Wagner über den schwäbischen oberen Hauptmuschelkalk zeigt sehr schön, wie sich diese petrographische Fazies von Süden und Südosten nach Norden und Westen in das schwäbische Triasbecken vorschiebt. Von Südosten und Osten her greift aber auch in den Alpen die Dolomitausscheidung vom oberen Muschelkalk an immer weiter nach Westen über, bis sie schließlich im Keuper das Zentralplateau erreicht. So kommt es, daß wir in den Ostalpen die enorm mächtige Serie der obertriadischen Sedimente finden und, was für unser Problem in Betracht kommt, am Nordrande in den Bayrisch-Salzburger Alpen desgleichen mit einem Salzhorizont an der Basis.

Von größter Bedeutung für unsere Frage ist die Transgression der oberen Trias am französischen Zentralplateau. Dort sehen wir bei Valence die Lettenkohle als typischen Grenzdolomit mit *Myophoria Goldfussi* auf Granit auflagern, dann folgt Stubensandstein, Mergel etc. Ebenso ist es am Morvan. Aber dort grenzt bei Couches-les-Mines ein rosafarbiger dolomitischer Kalk den Keuper nach oben ab und führt neben Myophorien die Leitform des Hauptdolomits, die *Gervillia exilis* Stopp. Damit haben wir den Einschlag der oberen alpinen Trias bis in die Keupermergel des alten Horstrandes, und zwar ebenfalls mit Dolomit als Gestein; damit ist zugleich eine Pforte des ausgedehnten Keuperbeckens zur offenen See angedeutet, deren wir bedürfen, um Formen wie *Myophoria Raibliana* bei Würzburg zu erklären.

In den Südalpen beobachten wir östlich des Luganer Sees über normalem Muschelkalk ein plötzliches Einsetzen der Dolomitriffe, westlich beobachten wir bis zum Simplon und Gotthard nach Norden eine Rauchwackenzone mit Dolomit, also flaches Wasser, dann Senkung und ein Übergreifen der Dolomite tief in den heutigen Alpenkörper hinein. Mag manches in der Verbreitung dieser Schichten erst Folge der tertiären Faltung sein, sie müssen doch im benachbarten Gebiete und ebenso dort existiert und Fortsetzung bis in die piemontesisch-französischen Alpen gefunden haben. Falls nun für den Nordrand des alten variskischen Alpenmassivs das Gleiche zugegeben wird, ist das Auftreten der Dolomitklötze in den Klippen gar nichts Besonderes. Sie können über die Westalpen und Wallis mit dem südalpinen Meeresteil zusammengehangen haben. Der Rand der Transgression wird uns im Westen durch Sardinien und das Zentralplateau wenigstens stückweise angegeben. Unberührt blieb ein Kern, der das westliche Graubünden, die Glarner, Berner und Freiburger Alpen umfaßte und als Grenze der Salzpfannen nach Süden und auf der anderen Seite nach

Norden diente. Nur können wir am Aarmassiv wegen der Schuppenstruktur die Südgrenze nicht mehr ermitteln; immerhin kommen Rauchwacken auf Verrucano oder Sandstein vor. Wie sich das nördliche Voralpenland senkte, wurde das schwäbische Becken trockener, eine Wechselwirkung, die wir später in der Unterkreide genau sich wiederholen sehen.

Die Dolomitbildung setzt natürlich wie in den Ostalpen wegen ihrer Dicke erhebliche Senkung des Alpenkörpers voraus. Nun, daran können wir nach den Erfahrungen in den steirischen, Tiroler und lombardischen Abschnitten nicht zweifeln, obwohl auch dort ein zentraler Kern vorher vorhanden war. Die Dicke der Iberger und Giswyler Dolomite macht mir gar keine Sorge; denn gerade das plötzliche, lokale Anschwellen ist ein wesentliches Merkmal der Kalkalgenriffe. Geben wir die Verbindung mit den Ostalpen zu, etwa über das Rhätikon und die Bayrischen Alpen, müssen wir diese Eigenschaft gerade erwarten. Die Riffe sind heute für uns Kennzeichen einer sich langsam und stetig vertiefenden Stelle, und so etwas würde in der Schweiz zu dem sinkenden Alpenkörper sehr gut passen.

Damit wären die Giswyler Stöcke für die Trias abgefunden, d. h. ihre Trias wäre: Unterer Muschelkalk, eine der Anhydritgruppe + Hauptmuschelkalk entsprechende Gipsserie, etwa von der Lettenkohle an alpine Kalkalgenriffe.

Etwas Schwierigkeit machen die Iberger Klippen und die Mythen, weil in beiden an Rötidolomit anklingende Bänke bekannt sind. Ich halte die Roggenstock-, Mördergrube- und Schynklippen mit Quereau für überkippt. Dann wäre die ursprüngliche Gliederung: Dolomit, dunkle Mergelschiefer, Rötidolomit. Die Mythen liegen normal, weil der Lias, Dogger, Malm regelmäßig aufeinanderfolgen. Wir haben dort, wie gesagt, bunte Mergel mit Sandsteinbänken, Steinmergelschichten, Rötidolomit oder wenigstens eine gelbrötliche Kalkbank an der Basis des als Lias angesehenen Kieselkalkes. Es wurde aus dem Lauterbrunnental vom Tschingelgletscher durch Gerber eine ähnliche Gliederung angegeben, nämlich unten Verrucano (2—3 m), Dolomit und Rauchwacke 20—30 m, helle Quarzite und schwarze Schiefer mit Equiseten, bunte dolomitische Schiefer, Rhätkalk (20 m) mit *Avicula contorta*, Schiefer und gelbe dolomitische Bänke. Dort haben wir es also zweifellos mit transgredierendem Rhät zu tun, an dessen Basis ein Rauchwacken-Dolomit-Horizont über ganz dünnem Strandschutt erscheint. Tobler hat am Stanserhorn Rhät als schwarze Schiefer mit Kalkeinlagerungen, sogar mit Korallen beobachtet. Schwarze Schiefer würden auch auf dem Dolomit des Roggenstocks und unter dem sogen. Rötidolomit liegen, wenn wir die Serie, wie gesagt, umdrehen, was erlaubt ist, da ja Jura und Kreide verkehrt unter dem Dolomit ruhen. In den Freiburger Alpen wurde eine reichere Fauna mit *Pecten Valonensis*

als Leitform gefunden, und *Avicula contorta* ist in den westlichen Alpen ziemlich direkt über Dolomit nachgewiesen: im Osten reichen die Kössener Schichten in den Prättigau hinein. Das Band nördlich der Alpen ist also fast vollständig. Damit harmoniert ferner das Mythenprofil ohne Schwierigkeit: bunte Mergel, Sandsteinbänke mit Pflanzen, eine hangende Dolomitbank, Lias. Schließlich können die von Paulcke gefundenen schlechten Fossilien rhätisch sein. Wichtig in diesem Zusammenhang und dadurch eigentlich erst erklärbar wird der Fund von *Avicula contorta*, den Quereau schon bei Iberg machte. Es handelt sich nur um Trümmer von dunklem Kalk, jedoch passen sie nun hinein. — Damit sind alle Schwierigkeiten der triadischen Klippen behoben.

In dem Kerne der Zentralalpen erfolgte die Triasbedeckung erst im oberen Keuper, und das Meer schob sich bis zum Rhät langsam über die Reste des carbonischen Gebirges vor, bis mit dem Rötidolomit eine Art Maximum erreicht war. In diesen Teilen kann der Verrucano noch bis in den Keuper gebildet sein; denn es ist ja nur Schutt bestehender Höhen und ohne jeden Alterscharakter. Ein solches transgredierendes Meer hat sehr wechselnde Fazies. Wo die Verhältnisse günstig, siedelt sich die an eine bestimmte Sedimentgruppe gebundene Rhätfauna an; dann haben wir typisches Rhät und erkennen es als solches. Daneben herrscht anderswo eine Dolomitbildung, die als solche versteinerungsleer und arm ist; denn auch der *Trigonodus*-Dolomit unserer Gebiete führt nur lokal Fossilien, und zwar gerade Myophorien und Gervillien oder *Corbula*- und *Nucula*-ähnliche Dinge, wie Lettenkohle und einzelne dolomitische Bänke des Keupers. Wir haben die gleiche Erscheinung im Servino der Südalpen, wo nur bei günstiger Fazies in Sandschiefern die charakteristische Fauna sich einstellt neben Dolomit, Rauchwacken und Gips an anderen Punkten. Daß Dolomitabsatz im Rhät weitergehen konnte, beweist der *Conchodon*-Dolomit.

Somit steht als Ganzes die Schweizer Trias normal zwischen der germanischen und der rein alpinen Provinz, da der untere Teil an die deutsche, der obere an die andere Fazies anklingt; das übergreifende Rhät paßt zu beiden Gebieten. Dies Resultat ist anscheinend ein allgemein gültiges. Denn betrachten wir die alpine und germanische Trias insgesamt, so haben wir in beiden Provinzen unten eine Serie von klastischen Gesteinen (Verrucano—Buntsandstein—Werfener Schichten), dann einen lokal deutlich ausgeprägten Gipshorizont (Röt—Servino), drittens eine transgredierende marine Bildung, den Wellenkalk, der ja eine Fauna hat, die uns überhaupt die Parallelisierung erst ermöglichte. Die Tiefe liegt im Osten, das Meer dringt westlich vor. Erst mit der Anhydritgruppe setzen die Differenzen ein, die deutlich die beiden Provinzen in Zentraleuropa trennen, bis im Rhät wieder die Gleich-

artigkeit Platz gewinnt. Die Differenz tritt vor allem in dem Verhalten der Alpen hervor, und so reiht sich die Gliederung ungezwungen in ein größeres Ganzes ein. In dem Maße wie der Alpenkörper in der mittleren Trias sinkt, hebt sich das nördlich vorgelagerte Land und liefert den Keuper, wenigstens die Lettenkohlenfazies. Analog ist im Malm und Unterkreide dasselbe süddeutsche Gebiet trocken, wo in dem Alpenkern die tiefe Meeresbedeckung nachweisbar wird. Sobald die Alpen anfangen, wieder energisch aufzusteigen, bricht umgekehrt der Rheintalgraben ein und greift das Miocänmeer weit über die schwäbische Platte hinüber. Darin liegt jedenfalls ein innerer Zusammenhang.

Dieser triadische Meeresteil am Nordrande der Alpen wäre ein getreues Gegenstück zum Molassemeer, das ja auch vom Zentralplateau an bis Bayern herumgriff und sich ständig gerade am Alpenrande vertiefte. Solche Vertiefung ging weiter in der Juraformation, dann nach vorübergehender Hebung während des Doggers in Malm und Unterkreide. Daß im Lias nicht alles untertaucht war, zeigt der Gesamthabitus dieser Stufe im Berner Oberland; das Auftauchen oder Vorhandensein von Inselkernen beweist der eisenschüssige, oft grobklastische Dogger mit Korallenriffen, Austernbänken und Spatkalken, die nur in flachem Wasser entstanden sein können. Ich muß diese Frage streifen, weil meine Gegner sofort sagen werden: „Wie darf man die Trias allein behandeln, ohne die mit den Klippen vorkommenden ganz ‚fremden' Jura- und Kreideschichten von südalpinem Charakter ebenfalls zu erledigen?"

Da kommen wir auf einen sehr dunklen Punkt der neueren Alpengeologie zu sprechen, auf die Versuche, Tektonik zu machen auf Grund der Fazies. Niemand wird den außerordentlichen Zusammenschub der alpinen Masse leugnen, niemand, daß Überschiebungen, Überfaltungen usw. existieren; aber anzunehmen, daß der Verlauf mesozoischer und alttertiärer Fazies parallel dem Faltenwurf des Tertiärs gegangen sei, ist doch mehr als gewagt. Ging die Verteilung der Faziesbedingungen in Jura und Trias aber z. B. nur schief und dabei gar nicht einmal unregelmäßig, so wird bei der modernen Betrachtungsweise tektonisch Ungleichartiges wegen gleichen Aussehens zu bestimmten Decken vereinigt und umgekehrt. Alles, was wir aus dem sogen. Autochthonen kennen, spricht für sehr wechselnde Verhältnisse, bald fehlt der Lias oder Dogger, bald ist der Malm koralligen, bald tonig. Tobler hat für das Aarmassiv schon recht verschiedene Profile angegeben; seitdem hat sich die Mannigfaltigkeit noch gemehrt. Was im Jura nördlich vor dem Aarmassiv sich ablagerte, kennen wir meistens nicht, brauchen jedoch nur an die Mythenklötze und den *Mytilus*-Dogger der Freiburger Alpen mit seinen kohligen Lagen und der brackischen Fauna zu denken, um gewisse Extreme sofort vor Augen zu haben. Nur

bei Iberg ist die Juraformation recht wenig exotisch, wenigstens was in zusammenhängenden Massen zu beobachten ist. Auf die Flyschgerölle darf man tektonisch keinen Wert legen, die können, wer weiß wie weit, herkommen. Selbst diese fallen gar nicht aus dem Rahmen heraus, den der Lias des Allgäus zeigt. Es handelt sich im Malm um Aptychenmergel und weiße, recht fossilleere Kalke oder um etwas rötliche Breccienkalke. Warum wir diese nicht mit den Mythen sollen vereinigen dürfen, als Trümmer einer Malmserie, sehe ich wirklich nicht ein; denn oben auf den Mythen fehlt unter den Couches rouges eine Serie, die sehr wohl das Iberger sogen. Tithon sein kann. Die Mythen sind *Diceras*-Kalke, die genannten Breccienkalke treten vielfach im Tithon auf, beide passen als Ergänzung sogar sehr gut zusammen. Außerdem wechselt ja solcher Nerineen- und *Diceras*-Kalk sehr rasch, so daß ein Fehlen im Autochthonen am Aarmassiv ganz möglich ist. Im Berner Jura ist die Gegend von Noirmont dafür ein geradezu typisches Beispiel. Nur 3 km in Luftlinie voneinander entfernt, haben wir Rauracien und Argovien. Am Ausgange des Isèretales steht bei l'Echaillon mächtiger weißer Kalk mit *Diceras Lucii* an, wenige Kilometer oberhalb ist nur kalkig-plattiges Tithon mit zahlreichen *Hoplites* und *Perisphinctes* entwickelt. Anderswo haben wir seit dem Streit um die Barrande'schen Kolonien und der Diskussion über das Corallien von Valfin uns an die Betrachtungsweise rasch wechselnder Fazies gewöhnt. Hier in den Voralpen soll das alles keine Gültigkeit haben, sondern diese verschiedenen Sedimente sollen regelmäßig angeordnet gewesen sein, ehe der große Schub sie erfaßte!

An den Giswyler Stöcken gibt es sogen. Biancone, d. h. einen weißlichen Kreidemergel mit Aptychen. Ich habe mir den Luganer Biancone wieder angesehen vor 3 Jahren und kann nicht sagen, daß ich eine andere Ähnlichkeit finde als die relative Helligkeit des Gesteins. Mergelschiefer mit Aptychen gibt es auch sonst nördlich der Alpen, z. B. im Fläscherberg und vor allem in den bayrischen Ketten. — Die Couches rouges des Iberger Plateaus und der Giswyler Klippen können normal auf der älteren Kreide liegen und sind auch anderswo wie im Mythengipfel vielfach transgredierende Komplexe, da sie im Thuner Gebiet Gaultkonglomerate an der Basis führen. Sie beweisen eben, daß die Alpenbewegung schon in der oberen Kreide im Gange war, ältere Schichten lokal entblößt waren und daher von Turon oder Senon bedeckt werden konnten. Daß die Couches rouges an anderen Stellen in Seewerkalke übergehen, schadet doch nichts, oder in Wangschichten, die unmittelbar unter dem Flysch anstehen.

Weiterhin, wenn ich derartige Fragen besprach, ist mir geantwortet: Wir haben den Beweis an der Hand, daß die Decken von Süden her in weitem Umfange überschoben sind durch die

Verteilung der Fazies in den Decken der helvetischen Kreide. Man hat am Walensee durch die Gliederung der unteren Kreide in den verschiedenen Decken (Mürtschendecke, Churfirsten. Säntis) „direkt bewiesen“, daß die isolierten Kreideplatten rückwärts aneinanderpassen. Arn. Heim hat diesen geistreichen Versuch vom Säntis bis zum Kistenstöckli im Glarner Gebirge durchgeführt. Damit soll dargetan werden, daß diese gesamten Massen aus der Rheintalfurche ausgequetscht sind, daß die am weitesten vorn liegenden nach hinten ursprünglich gehören. Der Versuch hat viel Bestechendes an sich; aber er krankt daran, daß er nicht die Veränderung der Fazies in verschiedenen Richtungen, sondern nur in einer einzigen berücksichtigt. Die Zunahme des Urgons und der Unterkreide überhaupt kann statt nach SO oder S nach O oder NO erfolgt sein; dann paßt der vorgeschobene Säntis nicht minder zu den Churfirsten, und er liegt in Wirklichkeit östlich von denselben. Nebenbei sei bemerkt, daß wegen der ausgesprochenen Richtung der Ketten und des dazu senkrechten Schubes das Ursprungsgebiet des Säntis niemals das Hinter-Rheintal sein kann, daß er nie und nimmer mit Schild. Wiggis etc. kombiniert werden darf. Gerade wenn man ihn in der Schubrichtung zurücklegen würde, käme er weit neben Schild und Kistenstöckli und Mürtschendecke zu liegen und würde klar dartun, daß die Fazies sich ostwärts, nicht südwärts geändert hat, und das harmoniert wieder mit dem Urgon in Vorarlberg und Allgäu und zeigt keine weite Horizontverschiebung an.

Schließlich hat man den Flysch in seinen verschiedenen Formen als Beweis für die Deckentheorie herangezogen. Ich möchte ein anderes Gebiet als Beispiel erst einmal vorführen. Im Rheintalgraben haben wir oligocäne Jurakonglomerate an den Rändern und in der Mitte Septarientone, Fischschiefer, bunte Mergel mit Salzen als gleichzeitige Absätze. Schieben wir nun den Graben schief zusammen, so daß große Schuppen von dem Vogesenkern bis zum Schwarzwalde entstehen, so dürfen wir unmöglich die Jura- und Triasschollen, die auf Konglomerate heraufgedrückt sind, als gleichwertige Decken betrachten, weil sie auf diesen liegen, oder gleichartige Konglomerate an der Basis als Reste von Tauchdecken betrachten. Es wird mit Facies in einer so wechselnden Schuttserie, wie es der Flysch ist und sein muß, Tektonik gemacht. Einzelne am Nordrande des Säntis usw. im Flysch gefundene Serpentine sind als Beweis für eine versteckte Decke angesehen worden. Um so etwas mit Recht zu dürfen, müßte man doch erst einmal den Flysch des Molasselandes und seine Unterlage kennen. An der Oberkante des marinen Miocäns und unter der oberen Molasse kennen wir nördlich vom Bodensee erhebliche Geröllschichten mit über kopfgroßen Steinen, die nach ihrer Beschaffenheit aus den Bündner Alpen herrühren. Also mitten in einem weiten Becken

liegen diese Flußschotter! Wie war es nun im Flysch in den Gegenden des Voralpenrandes? Im Hegau usw. existiert er ja nicht. Aber wer kann die Verteilung solcher Schotter a priori beurteilen? Im Flysch erfolgte eine rasche Reliefbildung, Ketten wölbten sich, Mulden entstanden, Horste blieben stehen und Gräben senkten sich ein. Schutt bezeichnet die Ränder, Mergel und Tone die Tiefen, wobei die schlammigen Gesteine durch Strömungen zwischen den Inseln verschleppt wurden. Es macht den Eindruck, als seien diese ersten alttertiären tektonischen Prozesse mehr in O—W- oder in WNW—OSO-Richtung gegangen. In der Schweiz hat dann die miocäne Faltung diese Senken alle völlig zugedrückt und so die Flyschplatten zwischen den Decken geschaffen. Eine Aufgabe wäre es, diese alten Rinnen festzulegen nicht bloß in der Längserstreckung, welche das Flyschband an sich gibt, sondern auch mit ihren Rändern, die durch Konglomerate usw. charakterisiert werden; dann kann der Prozeß der Verdrückung und die Entstehung der deckenartigen Schuppen viel besser ermittelt werden. Derselbe konglomeratische Flysch vom Rande eines Grabens gehört oft zwei oder drei Teilen an, die durch den tonigen Flysch der Mitte getrennt werden, wenn sich die Schollen mit ihm verzahnten. Schließlich wurde das Ganze als ein einheitliches Paket nochmals gefaltet. Damit erklären sich drei Beobachtungen: 1. die oft verkehrte Lage; 2. das so viel konstatierte Auskeilen mächtiger Flyschbänder und ihr Zerteilen in der Streichrichtung der Falten: 3. das Untertauchen der Decken nach Norden und Herauskommen am Rande des Miocäns. Dabei muß unbedingt berücksichtigt werden, daß Druck Gegendruck erzeugt. Die hoch aufgerichteten Nagelfluhen des Pilatusrandes, Rigi, Speer haben alpenwärts den gleichen Druck geübt wie die aufsteigenden Zentralmassive. Sonst wären die zwischenliegenden Massen weiter vorgeschoben. Dies mechanisch notwendige Moment tritt bei der Ausquetschungstheorie ganz zurück, obwohl es durch Rückstau ein Untertauchen nach Norden in den vordersten Deckenteilen gut erklären würde und auch das Hochkommen von Teilen der Unterlage in der Klippenregion verständlich macht.

Bei dieser randlichen Aufpressung sind die Klippen hochgekommen mit dem Flysch. Daher stellt sich jetzt die Reihenfolge bei Iberg oder Giswyl von Norden her ganz einfach dar: Miocän, Flysch, in diesem letzten aufgepreßte Gipszone der unteren und mittleren Trias, obertriadische Dolomite, Juragesteine, Kreide. Es ist genau dasselbe wie die Auspressung der Anhydritgruppe mit Lias- und Doggerschollen an der bekannten Hauenstein—Paßwang-Überschiebung, befördert durch die nachgiebigen, plastischen und löslichen salinaren Sedimente.

Ich fasse die Klippen also bis zu gewissem Grade als autochthon auf, nicht als Reste des variskischen Gebirges, nicht als „fossile

Berge“ mit Rollier, sondern als Teile des Alpennordrandes, als zerbrochen im Tertiär, und zwar bei der Entstehung der Flyschgräben und -horste. Wenn in diesen der Untergrund der mesozoischen Schichten soweit irgendwie entblößt wurde, daß die triadischen Salze ausgelaugt wurden und die Tone ins Rutschen kamen, konnten große Schollen in die Flyschrinnen absinken, teils aufrecht, teils überstürzt, und mit dem Flysch später emporgepreßt, z. T. direkt aus ihm herausgedrückt werden.

Nach dieser Auffassung haben wir einen in der Trias langsam untertauchenden Alpenkörper, längs dessen Achse sich nördlich und südlich das Meer nach Westen vorschiebt, im Muschelkalk bis an die Linie Lugano—Brienz vorgedrungen ist, seit dem unteren Keuper diese Bewegung fortsetzt und schließlich bis zum Zentralplateau vollendet. Dabei entstehen in den neu eroberten Gebieten erst Salz, Gips, Rauchwacken, dann Dolomite, die Rauchwacken bergen durchweg sandig-konglomeratischen Strandschutt. Nördlich und südlich des Alpenrestes herrschen annähernd gleiche Verhältnisse. Der deutsche Muschelkalk fehlt, der deutsche Keuper greift weit nach SW über bis nach Mittelfrankreich, bis in den Süden des südfranzösischen Jura und wohl auch bis in die Freiburger Alpen, in denen Collet und Sarassin bunte Mergel mit Gipsen und Rauchwacken konstatierten. Die rhätische Periode bringt die Serie des Rötidolomites und zieht den übriggebliebenen Kern in den Bereich des Meeres. Es kann jedoch keine volle Überflutung eingetreten sein, weil an vielen Stellen Lias fehlt und der Dogger Strandfazies besitzt. Immerhin erweitert sich die Furche am Nordrande, und im Malm haben wir unten die volle Mannigfaltigkeit von Tonen, *Diceras*-Kalken, Korallenriffen. Der obere Malm und die unterste Kreide bezeichnen den Höhepunkt der Senkung, wenigstens für den Norden, während im Süden bereits rückläufige Phase einsetzt und im Westabschnitte stellenweise sogar grobe Breccien (Hornfluhbreccie) gebildet werden. Schon oberes Neocom mit dem Urgon bezeichnet den Beginn der negativen Phase, da sich diese Riffbildung um den ganzen Alpenkörper von der Provence bis Oberbayern herumzieht und bald wechselnden Verhältnissen Platz macht. Die verschiedenen glaukonitischen Sandkalke deuten Flachsee an. die Senkung geht aber zonenweise noch ruckweise weiter, weil sonst die Urgonkalke nicht verständlich wären. Die allgemeine cenomane Transgression macht sich z. T. auch bemerkbar, in der senonen Phase versucht das Meer mit der Gosauformation von Osten her die alte Rinne zu benutzen, was jedoch nicht ganz glückt. Alle diese Bewegungen waren Vorläufer der tertiären Hauptverschiebungen, die ich nicht mehr zu schildern brauche. Die miocäne Auffüllung der Mittelschweiz bis zur Gegenwart ist dem Verrucano in Dyas und Trias genetisch vergleichbar.

So stellt sich die schweizerische Trias durchaus in einen bekannten Rahmen. Die Konstanz der Meere und Senken macht sich klar geltend. Wie südlich des skandinavischen Schildes immer wieder die baltische Straße auflebt (im mittleren Jura, im Cenoman, im Alttertiär, z. T. im Diluvium), so hier die Furche am Nordrande der Alpen von der Trias bis zum Miocän. Sie wird aber sachte nach Norden geschoben, vor allem im Miocän durch die endlich nach all den Vorbereitungen einsetzende Faltung, dabei an die Kerne von Schwarzwald und Vogesen gedrückt, und ruft damit die Juraketten hervor. Die Hauensteinabscherung ist prinzipiell nichts anderes als die Aufpressung der Gipsmassen bei Iberg und Giswyl, der Rigi gleicht der geneigten Jura- und Nagelfluhtafel von Läufelfingen, nur daß alles gewaltiger ist als im Juragebirge.

Die bisher geltende Deckentheorie hantiert mit einem intakten Alpenkörper und einer gleichmäßigen Sedimentdecke. Beides hat nicht existiert, ganz sicher nicht im Flysch, und im Miocän erst recht nicht mehr. Dann hat also der Südschub Diskontinuitäten, Rinnen, Gräben, Fugen aller Art vorgefunden, welche Einzelbewegungen der Schollen gestatteten, und dadurch die Schuppenstruktur geschaffen. Es handelt sich um ein immer wieder bewegtes Gebiet, dessen Aussehen in den einzelnen früheren Zeitabschnitten durch die jüngste Faltung und Zusammenschiebung recht dunkel geworden ist. Niemals darf man unter solchen Umständen Faziesdifferenzen tektonisch verwerten.

Hilfsmittel bei Benutzung geologischer Karten.

Von **Hermann L. F. Meyer** in Gießen.

Bei Benutzung geologischer Karten für irgend welche Zwecke erhebt sich häufig der Wunsch, bestimmte Gebiete oder Linien zeitweilig besonders hervorzuheben, um sie einheitlich übersehen zu können, etwa die Tektonik, Quellenlinien u. a. Wenn man für diese Zwecke Pauspapier benutzt, so hat man den Nachteil, daß man dann zwar die gewünschte Zeichnung deutlich erhält, dafür die Originalkarte aber nicht mehr deutlich erkennen kann. Auf verschiedenen Wegen kann man diesem Übelstande begegnen und vor allen Dingen eine für den Unterricht außerordentlich brauchbare Methode gewinnen. In dem letzteren Falle muß man allerdings von vornherein verzichten, daß Einzelheiten einer Karte noch zu erkennen sind, was aber bei der in Frage kommenden größeren Entfernung im Hörsaal sowieso ausgeschlossen ist.

Man kann die fraglichen Punkte direkt auf der Karte auszeichnen, indem man abwischbare Farbstifte benutzt, wie

sie für militärische Zwecke bekannt sind, und z. B. von der Firma G. Heinicke, Berlin 7, Dorotheenstr. 29, als Ge-Ha-Stifte vertrieben werden. Mit der Benutzung sind aber, abgesehen von der Zerbrechlichkeit der Stifte, verschiedene Nachteile verbunden. So kann der Farbstift nur zu dicken Linien benutzt werden, da das Material erst dann genügend Deckkraft besitzt. Feine Zeichnungen und etwa Beschriftungen lassen sich dadurch nur schlecht anbringen. Außerdem ist die Farbe nicht spurlos abzuwischen, so daß sich bei wertvollen oder entliehenen Karten das einfache Verfahren von selbst verbietet. Trotzdem habe ich es in vielen Fällen mit Erfolg benutzen können, wenn man z. B. Streichrichtungen verdeutlichen will.

Ein weiterer Ausweg besteht darin, daß man an Stelle des Pauspapieres ein durchsichtiges Material anwendet. In Frage kommt Celluloid, das von den Lithographen benutzte Gelatinepapier oder auch bei kleineren Flächen eine photographische Trockenplatte, sei es, daß man die letztere unbelichtet verwendet und ausfixiert, oder belichtet und dann mit Blutlaugensalz abgeschwächt verwendet. Zur ersten Übersicht kann man mit den für Glasgefäße verwendeten Fettstiften arbeiten, die sich von Celluloid leicht abwischen lassen, aber freilich nur einen dicken und nicht immer gleichmäßigen Strich liefern. Auf allen drei Materialien kann man aber mit Tusche arbeiten und dann Untergrund und Zeichnung dauernd übersehen. Ich benutze diese Methode bei Übungen über geologische Karten und lasse besonders die Strukturisohypsen auf diesen Unterlagen entwerfen, wodurch das Kartenbild auf das glücklichste unterstützt wird.

Die erwähnten Methoden sind alle nur für den Schreibtisch verwendbar, einem größeren Hörerkreis kann man die Eintragungen nicht sichtbar genug anbringen. Gerade in Vorlesungen tritt aber außerordentlich häufig der Drang nach einer lebendigeren Verwendung der Karte heraus, wenn etwa die Verbreitung der Mineralquellen in Deutschland[1], die Grundzüge des tektonischen Baues eines Gebietes oder die geologische Geschichte einer Landschaft erörtert werden soll. Gerade die geschichtlichen Darstellungen verlangen, daß man die eingetretenen Veränderungen nicht nur aufzählt, sondern auch zeichnerisch aufweist. Man sucht dem nachzukommen, indem man die betreffenden Punkte mit einem Zeigestock zeigt, Lichtbilder oder besondere Tafeln anfertigt. In allen diesen Fällen ist es aber nicht möglich, dem Studierenden ein bleibendes Bild einzuprägen und das gegenseitige Verhältnis der Begrenzungen verschiedener Zeiten vorzuführen. Eine paläogeographische Entwicklung ist auf den erwähnten Wegen überhaupt

---

[1] Vergl. u. a. die tektonisch-balneologische Karte der schlesischen Heilquellen von Frech.

nicht fruchtbringend darzustellen. Das Problem ist offenbar, eine Unterlage zu haben, auf der man dauernd mit abwischbaren Farben zeichnen kann, so daß vor allen Dingen zeitlich verschiedene Erscheinungen vergleichbar sind. In dem Geol.-Pal.-Institut der Universität Leipzig sah ich einen Ausweg angedeutet. Auf einer schwarzen Wandtafel war mit roter Farbe die tektonische Gliederung Deutschlands und auf der Rückseite die Mitteldeutschlands vorgezeichnet[1]. Beliebige Eintragungen waren auf dem festen Untergrund also möglich. Für die sich dauernd wiederholenden Demonstrationen der geologischen Geschichte Deutschlands und der geologischen Heimatskunde wird dieses Hilfsmittel entschieden von Bedeutung sein, eine allgemeine Verwendung ist aber nicht möglich, da es sich um eine dauernd fixierte Unterlage handelt. Auf mehreren derartigen Tafeln verschiedene Gebiete darzustellen, dürfte zu kostspielig und zu raumverschwendend sein. Ein schnelles Umwechseln beliebiger Unterlagen ist überhaupt nicht möglich. (Die Leipziger Tafel war zum Umklappen um eine horizontale Achse eingerichtet und ermöglichte dadurch ein schnelles Wechseln der beiden in Frage kommenden Seiten der Tafel.) Ich habe den erwähnten Schwierigkeiten dadurch abgeholfen, daß ich auf einer Mattglasscheibe zeichne, unter die ich eine Karte einschiebe. Um Kosten zu sparen, habe ich bisher von dem Bau eines eigenen Gestelles abgesehen und benutze die bekannte Wülfing'sche Wandtafel für die stereographische Projektion (vergl. die Abbildung in dies. Centralbl. 1911, p. 275). Sie ermöglicht ein schnelles Einlegen und Wechseln der Karten und ein Vorklappen der Zeichenfläche, falls man etwa die entworfene Zeichnung allein sichtbar machen will. Als Karteneinlage benütze ich teils beliebige geologische Karten, soweit sie in der Größe passend sind. Vor allen Dingen verwende ich aber Umzeichnungen solcher, die mit kräftigen farbigen Strichen die tektonischen und hydrographischen Hauptzüge des betreffenden Gebietes wiedergeben. Über diesen kann man alle beliebigen Erscheinungen zur Darstellung bringen. Bei geologischen Vorlesungen allgemeiner Art habe ich in der Regel eine Karte Deutschlands dauernd im Gestell, um sie je nach Wunsch zu benutzen. Bei speziellen Vorlesungen ist es die jeweils entsprechende, dies bedeutet dem Studierenden eine wesentliche Erleichterung für eine Durchdringung des Stoffes. An Stelle einer flüchtigen Beschreibung ist ein festes Bild getreten.

[1] In Breslau befindet sich u. a. eine Karte Schlesiens, in der die tektonischen Leitlinien rot, die Heilquellen blau, das Gelände schwarz dargestellt ist. Vielfarbige Weltkarten veranschaulichen Tektonik, Erd- und Seebeben sowie die Meerestiefen (u. d. Karte von Frech in Petermann's Mitteilungen 1906). (Einfügung von Herrn Geheimrat Frech.)

Für kleinere Gebiete wird man immer darauf angewiesen sein, sich die Grundlage selbst herzustellen, doch bedeutet dies bei einer verständnisvollen Benutzung des Gradnetzes zur Vergrößerung oder Verkleinerung keine Schwierigkeit. Für die einzelnen Erdteile kann man sich mit großem Vorteil der von Perthes herausgegebenen Umrißkarten bedienen, von denen meines Wissens bisher in kleiner Ausgabe (rund 80.110 cm groß) die Erdkarte in 2 Projektionen, Europa, Asien, Afrika, Nordamerika, Südamerika, Australien und Polynesien erschienen sind. Außerdem gibt es eine größere Ausgabe, bei der die Erdteile in 4—6 Blättern erschienen sind. Auch Deutschland ist in dieser Größe erschienen und ermöglicht dadurch wenigstens die Verwendung von einzelnen Teilen. Die oben angegebene Wülfing'sche Wandtafel ist leider etwas zu klein für diese Karten, doch sind es immerhin nur geringe Teile, die zum Wegfallen kommen.

Eine Verwendung von Umrißkarten unter einer Mattscheibe wird es überhaupt erst ermöglichen, die bekannten Serien paläogeographischer Karten etwa von Frech, Haug, Uhlig, Schuchert u. v. a. nutzbringend und anschaulich im Unterricht zu verwerten. Über einer eingelegten Karte, etwa von Europa, kann man die jeweiligen geographischen Veränderungen einer Zeit weithin sichtbar auftragen.

Besprechungen.

C. Doelter: Handbuch der Mineralchemie. 2. 11. Abt. p. 801—960. Mit vielen Abbildungen, Tabellen, Diagrammen un Tafeln. Dresden und Leipzig bei Theodor Steinkopff. 1916.

Die vorliegende Lieferung enthält: Epidot (Schluß) (M. Goldschlag); Piemontit (C. Doelter); Analysenmethoden des Orthit (R. J. Meyer); Orthit, Granatgruppe, Calcium-Aluminium-Granat, Calcium-Ferrigranat, Kalkchromgranat (Uwarowit) und Prehnit (C. Doelter); die Analysen des Vesuvian (Paul Jannasch); Gehlenit und Melilith (Anfang) (C. Doelter). **Max Bauer.**

Personalia.

Eine Doktor-Dissertation über Militärgeologie. Major **W. Kranz**, in Friedensstellung Stabsoffizier z. D. der Fortifikation Straßburg, promovierte kürzlich in Geologie bei der philosophischen Fakultät der Universität München. Dr. W. Kranz ist den Lesern durch zahlreiche geologische und geographische Arbeiten bekannt und gilt als einer der Begründer und verdienstvollsten

Förderer der Militärgeologie. Aus diesem neuen Sonderfach stammt auch seine, demnächst bei der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart erscheinende Doktor-Dissertation: Über Bodenfiltration, Lage und Schutz von Wasserfassungen, mit besonderer Berücksichtigung militärischer Erfordernisse.

Ernannt: Privatdozent Dr. **E. Wepfer** in Freiburg zum a.o. Professor für Geologie und Paläontologie an der dortigen Universität.

Gestorben: Fräulein Dr. **Laura Hezner**, Privatdozentin für chemische Mineralogie und Petrographie an der Eidgenössischen technischen Hochschule in Zürich und Assistentin des chemisch-mineralogischen Laboratoriums, am 10. Oktober 1916 zu Pfronten-Halden in Bayern.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Struktur der Mineralien der Calcit- und der Aragonit-Reihe.

Von **J. Beckenkamp**, Würzburg.

Mit 6 Textfiguren.

Sowohl die Mineralien der Aragonitreihe als die der Calcitreihe müssen als deformiert regulär gelten.

a) Aragonitreihe.

In dem Achsenverhältnis des Aragonits a : b : c = 0,6228 : 1 : 0,7206 = 1 : 1,6056 : 1,1567 entspricht der Wert a : b = 0,6228 : 1 ungefähr dem Wert $tg\ 30^0 : 1 = 0{,}57735 : 1$ und deshalb wird der Aragonit allgemein als pseudohexagonal angesehen. Der Wert b : c = 1 : 0,7206 entspricht aber noch viel mehr dem Werte $1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} = 1 : 0{,}7071$, d. h. dem Verhältnisse der Flächendiagonalen zur Kante des Würfels.

Die Fläche k (011) (Fig. 1) kann nach ihrer Neigung zur Vertikalachse sowohl als 404 {114} oder auch als ∞O {110} gedeutet werden, welche beide gegen die Oktaedernormale, welche

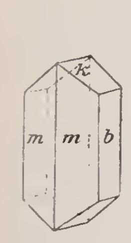


Fig. 1. Aragonit von Bilin (einfacher Kristall).

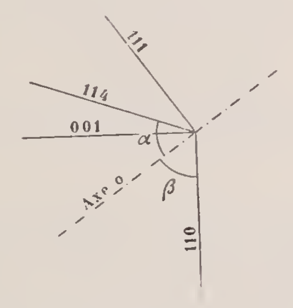


Fig. 2. Schnittlinien der Flächen (111), (114), (001) und (110) mit der Granatoederfläche (1$\bar{1}$0); senkrecht zur Zeichnungsebene geht durch die Achse o die Leucitoederfläche ($\bar{1}\bar{1}$2). ∢ α = ∢ β.

der rhombischen vertikalen Achse c entspricht, unter dem gleichen Winkel von $54^0\,44'$ geneigt sind und sich dadurch unterscheiden, daß sie um 180^0 gegeneinander um die Oktaedernormale gedreht sind (vergl. Fig. 2 u. 3).

Beim Aragonit beträgt die Neigung der Fläche k gegen die vertikale Achse $54^0\,14'$, beim Strontianit $54^0\,06'$, beim Whiterit $53^0\,52'$, beim Cerussit $54^0\,08'$.

Beim Aragonit deuten vom Verfasser beschriebene „anomale Ätzfiguren“[1] und auch die Spaltung nach k auf eine submikroskopische Lamellierung nach der Fläche k (011); dieses spricht dafür, daß die Lamellen abwechselnd den regulären Flächen (011) und (114) entsprechen.

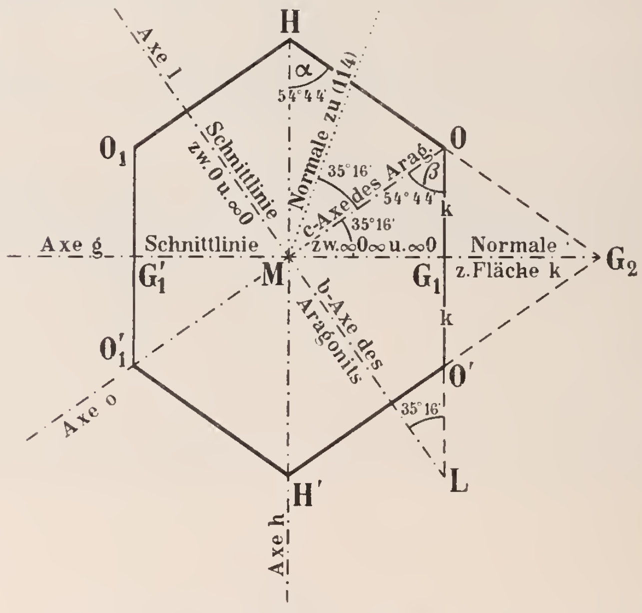


Fig. 3. Schnitt durch den Mittelpunkt eines Granatoeders parallel zu einer Granatoederfläche.

Bestätigt wird diese Auffassung dadurch, daß die Fläche 2P$\breve{\infty}$ (021) des Aragonits identisch wird mit der regulären Form ∞O∞ (001), wenn wir k mit der regulären Form 4O4 (114) identifizieren, während die rhombische Grundpyramide P (111) mit der regulären Form ∞O∞ (001) identisch wird, wenn wir k mit der regulären Form ∞O (011) identifizieren. Im ersten Falle finden wir für die rhombische Form P auf den Zonen (111) : (011) bezw. (111) : (101), und zwar jenseits (011) bezw. (101), keine entsprechenden einfachen regulären Formen; im zweiten Falle fehlt eine reguläre Form für 2P$\breve{\infty}$ (vergl. Fig. 4). Das häufige Vorkommen dieser beiden Formen beim Aragonit spricht aber dafür, daß diese auch in der regulären Struktur begründet sind; die eine Form muß demnach der einen Art von Lamellen entsprechen, die andere Form der anderen Art.

[1] Vergl. Zeitschr. f. Krist. 1891. 19. p. 249.

Die beiden Flächendiagonalen eines Rhomboeders, welches zur trigonalen Achse die gleiche Neigung hat wie das Rhombendodekaeder, bezw. das Ikositetraeder {114}, verhalten sich zur Kante des Rhomboeders wie 1 : 0,7071 : 0,6123.

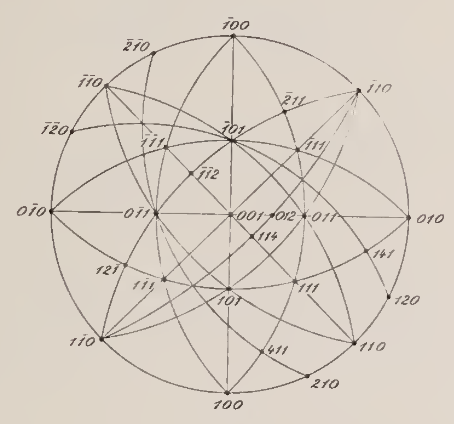


Fig. 4.

Bei einem Rhomboeder, dessen Neigung gegen die trigonale Achse gleich der Neigung der Fläche k ist, sind die entsprechenden Werte für

Aragonit	1 : 0,7114 : 0,6136.
Strontianit	1 : 0,7128 : 0,6140,
Witherit	1 : 0,7148 : 0,6146,
Cerussit	1 : 0,7124 : 0,6139.

Die Fläche $a = \infty P \bar{\infty}$ {100} des Aragonits entspricht einer Granatoederfläche, $b = \infty P \breve{\infty}$ {010} einer Leucitoederfläche, ebenso die Fläche $m = \infty P$ (Fig. 1). In der rechten Hälfte eines Aragonitkristalls steht die Lamellierung zu der der linken spiegelbildlich in bezug auf die Leucitoederfläche; fehlt die eine Hälfte, dann wird der Kristall hemimorph nach der Achse b[1].

Setzen wir $R_x = \frac{n A_0}{A_x}$, wobei n eine Ordnungszahl der Reihe des periodischen Systems, A_0 das Atomgewicht des Sauerstoffs und A_x das Atomgewicht eines anderen Elementes x bedeutet, so werden für die in Frage kommenden Mineralien, bei $n = \frac{1}{2}$ für C, $n = 1$ für O; $n = \frac{4}{3}$ für Mg, $n = 2$ für Ca; $n = 3$ für Zn, $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$ und $\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ (für $\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$ und $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ ist $n = 2$ zu setzen), $n = 4$ für Sr, $n = 6$ für Ba und $n = 9$ für Pb.

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Zeitschr. f. Krist. 1888. **14**. p. 69.

wenn $R_O = 1$ gesetzt wird:	oder, wenn $R_C = 1$ gesetzt wird:
$R_{Mg} = 0,880$ also ann. $7:8 = 0,875$	$R_{Mg} = 1,320$ also ann. $4:3 = 1,333$
$R_{Mn} = 0,871$ „ „ „ „	$R_{Mn} = 1,311$ „ „ „ „
$R_{Fe} = 0,860$ „ „ „ „	$R_{Fe} = 1,290$ „ „ „ „
$R_{Zn} = 0,734$ „ „ $3:4 = 0,750$	$R_{Zn} = 1,100$ „ „ $1:1 = 1,00$
$R_{Ca} = 0,798$ „ „ $4:5 = 0,800$	$R_{Ca} = 1,197$ „ „ $6:5 = 1,200$
$R_C = 0,666\ldots = 2:3 = 0,666\ldots$	$R_O = 1,500$ „ „ $3:2 = 1,500$

Ferner wird,

wenn $R_O = 1$ gesetzt wird:	oder, wenn $R_C = 1$ gesetzt wird:
$R_{Sr} = 0,731$ also ann. $\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0,707$	$R_{Sr} = 1,0965$ also ann. $= 1,00$
$R_{Ba} = 0,699$ „ „ „ „	$R_{Ba} = 1,0485$ „ „ „
$R_{Pb} = 0,6986$ „ „ „ „	$R_{Pb} = 1,0479$ „ „ „

In der Fläche k entspricht bei den Mineralien der Aragonitreihe die Verbindungslinie der Achsenenden b und c der Hexaedernormalen h, die Kante $(011):(0\bar{1}1)$ der Granatoedernormalen g. Bei den kubischen Gittern stehen die Punktabstände in den Richtungen h und g. in dem Verhältnisse $1:\frac{1}{2}\sqrt{2}$, wie sich aus der nachstehenden Tabelle ersehen läßt.

Die Punktebenen parallel zu einer Würfelfläche haben beim einfach kubischen Gitter den Abstand h_1, beim doppelt und beim vierfach kubischen Gitter den Abstand h_2 bezw. h_4. Die Punktebenen parallel zu einer Oktaederfläche haben bei den drei kubischen Gittern die Abstände o_1 bezw. o_2 bezw. o_4 und entsprechend sind die Abstände der Punktebenen parallel zu den Granatoederflächen g_1 bezw. g_2 bezw. g_4.

Bei allen drei kubischen Gittern hat die Projektion der Massenpunkte auf eine Oktaederfläche die gleiche Form. Der Unterschied besteht in dem Verhältnisse der Schichtabstände zur Dreiecksseite, d. h. in dem Verhältnisse o : g.

Es kann daraus geschlossen werden, daß in die eine der beiden genannten Richtungen die Hauptwirkung des Sauerstoffs fällt, in die andere die des betreffenden Metalls Sr, Ba oder Pb, und daß wegen der nahen Übereinstimmung der Fundamentalbereiche R mit den regulären Punktabständen diese beiden Richtungen Hauptstrukturlinien bei Strontianit, Witherit und Cerussit sind.

Bei Aragonit entfernt sich R sehr weit vom Werte $\frac{1}{2}\sqrt{2}$, während gerade das Verhältnis der beiden Diagonalen und der Kante des gedachten Rhomboeders beim Aragonit dem regulären Verhältnisse am nächsten steht. Das Ca hat demnach beim Aragonit keinen oder nur sehr geringen deformierenden Einfluß auf die regulären geometrischen Dimensionen. Wegen des sehr nahen Verhältnisses des Wertes $R_{Ca}:R_O = 4:5$ scheint beim Aragonit die Hauptwirkung des Ca mit der des O zusammenzufallen.

Tabelle der Punktabstände in der Richtung der 4 Hauptdimensionen der drei kubischen Gitter.

	Hexaedernormale	Oktaedernormale	Granatoedernormale	Leucitoedernormale
	h_1	o_1	g_1	l_1
Einfach kubisches Gitter	1	$\sqrt{3} = \mathrm{cotg}\, 30^0 = 1{,}73205$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\sqrt{6} = 2{,}44949$
	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = \mathrm{tg}\, 30^0 = 0{,}57735$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{6} = 0{,}81649$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$
	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} = 1{,}22473$	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$
	$\frac{1}{6}\sqrt{6} = 0{,}40824$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}707105$	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1
	h_2	o_2	g_2	l_2
Doppelt (zentriertes) kubisches Gitter	1	$\frac{1}{2}\sqrt{3} = 0{,}86602$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\sqrt{6} = 2{,}44949$
	$\frac{2}{3}\sqrt{3} = 1{,}15470$	1	$\frac{2}{3}\sqrt{6} = 1{,}63298$	$2\sqrt{2} = 2{,}82842$
	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$	$\frac{1}{4}\sqrt{6} = 0{,}61236$	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$
	$\frac{1}{6}\sqrt{6} = 0{,}40824$	$\frac{1}{4}\sqrt{2} = 0{,}35355$	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1
	h_4	o_4	g_4	l_4
Vierfach (flächenzentriertes) kubisches Gitter	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} = 1{,}22474$
	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1	$\frac{1}{6}\sqrt{6} = 0{,}40825$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} = 0{,}70710$
	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\sqrt{6} = 2{,}44949$	1	$\sqrt{3} = 1{,}73205$
	$\frac{1}{3}\sqrt{6} = 0{,}81649$	$\sqrt{2} = 1{,}41421$	$\frac{1}{3}\sqrt{3} = 0{,}57735$	1

Es ist vielleicht nicht ohne Bedeutung, daß Aragonit auch nicht die stabile Form des $CaCO_3$ ist, und daß Aragonit besonders dann entsteht, wenn Sr-, Ba- oder Pb-Verbindungen Lösungsgenossen sind.

b) Calcitreihe.

Bei den rhomboedrischen Carbonaten sind Hauptzonenachsen:

1. die Kante des Spaltungsrhomboeders R $\{100\}$; zu dieser Zone gehören: ∞P2 $\{10\bar{1}\}$, R3 $\{20\bar{1}\}$, R $\{100\}$, $\frac{1}{4}$R3 $\{301\}$, $-\frac{1}{2}$R $\{101\}$;

2. die längere Diagonale des Spaltungsrhomboeders; in dieser Zone liegen: ∞R $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, 4R $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, R $\{100\}$, 0R $\{111\}$, $-\frac{1}{2}$R $\{011\}$, -2R $\{\bar{1}10\}$;

3. die kürzere Diagonale des Spaltungsrhomboeders: in dieser Zone liegen: R $\{100\}$, -2R $\{11\bar{1}\}$, ∞P2 $\{01\bar{1}\}$;

4. die vertikale Achse; in dieser Zone liegen: ∞R $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und ∞P2 $\{10\bar{1}\}$.

Nach der Neigung α der Rhomboederflächen gegen die Hauptachse kann man die in bezug auf ihre Winkel sichergestellten einfachen Mineralien der Calcitreihe folgenderweise gruppieren:

a)	$MgCO_3$,	$\alpha = 46^0 54'$	a : c = 1 : 0,8095
	$MnCO_3$,	$\alpha = 46\ 37$	= 1 : 0,8259
	$FeCO_3$,	$\alpha = 46\ 39$	= 1 : 0,8191
b)	$ZnCO_3$,	$\alpha = 47\ 03$	= 1 : 0,8062
c)	$CaCO_3$,	$\alpha = 45\ 24$	= 1 : 0,8543

Die Neigung der drei Rhomboederebenen gegen die Hauptachse ist bei den unter a) genannten Mineralien fast genau dieselbe wie die von drei Flächen eines unter $11^0\,25'\,10''$ gegen (100) geneigten Ikositetraeders 7O7 $\{117\}$ gegen die von ihnen eingeschlossene trigonale Achse; dieser reguläre Wert ist $46^0\,41'\,10''$; der Mittelwert der unter a) genannten Mineralien ist $46^0\,43'$.

Man kann also das Spaltungsrhomboeder als eine tetartoedrische Form des Ikositetraeders $\{117\}$ auffassen, wobei von den vier, beim regulären Ikositetraeder gleichwertigen trigonalen Achsen die eine eine Sonderstellung erhält, indem nur diejenigen 6 Flächen des Ikositetraeders zur Ausbildung gelangen, welche an beiden Enden der einen trigonalen Achse liegen.

Die gleiche Neigung gegen die trigonale Achse wie das Ikositetraeder 7O7 $\{117\}$ hat auch das Triakisoktaeder 5O $\{155\}$; man könnte daher auch dieses als das reguläre Äquivalent des Spaltungsrhomboeders ansehen, oder mit anderen Worten: Man kann sowohl $\{117\}$ als positives und $\{155\}$ als negatives Rhomboeder ansehen, wie auch die umgekehrte Annahme machen. Als positive Form ist jedoch $\{117\}$ vorzuziehen, weil dann die häufigste Form $-\frac{1}{2}$R das reguläre Zeichen $\{144\}$ erhält, während dieselbe Form bei der anderen Wahl das weniger einfache Zeichen $\{522\}$ erhält.

Die Annahme liegt jedoch nahe, daß auch beim Calcit Schichten nach dem Ikositetraeder $\{117\}$ mit Schichten nach $\{155\}$ alternieren, welch letztere demnach um 180^0 aus ihrer eigenen Lage gedreht sind. Die beiderseits ausgebildeten Aragonitkristalle würden dann den bekannten Zwillingen des Calcits nach der Basis entsprechen, wenn man diesem Zwillingsgesetze die Definition zugrunde legt: Zwillingsachse ist die Hauptachse, Verwachsungsebene die Basis.

Das Zeichen $\{117\}$ ist allerdings kein einfaches, und man könnte deshalb entgegnen, daß man immer eine komplizierte reguläre Form finden könne, deren Winkelwerte der rhomboedrischen Form beliebig nahekommen. Dagegen ist jedoch zu bemerken, daß das Zeichen $\{117\}$ sich auf die drei regulären Hauptachsen h bezieht, welche als bevorzugte Richtungen bei den rhomboedrischen Carbonaten nicht in Betracht kommen; neben der Polkante und der kurzen Diagonalen des Spaltungsrhomboeders kommen hier vielmehr die lange Diagonale g und die hexagonale Hauptachse c, oder in regulärer Deutung o, in Betracht.

Betrachten wir aber einen regulären Würfel als Rhomboeder, so hat er das Achsenverhältnis $a : c_w = 1 : 1,22476$, das genannte Ikositetraeder erhält in bezug auf dieselben Achsen genau das Verhältnis $a : c = 1 : 0,81649 = 1 : \frac{2}{3} c_w$ und beim Aragonit erhält man bezüglich der Fläche k das Verhältnis $a : \frac{1}{2} c_w$. Betrachten wir also den regulären Würfel als ein Grundrhomboeder R, so erhält die Fläche k des Aragonits das Zeichen $-\frac{1}{2}R$ und das Spaltungsrhomboeder der rhomboedrischen Carbonate das Zeichen $\frac{2}{3}R$.

Die beiden Flächendiagonalen eines Rhomboeders, welches zur trigonalen Achse dieselbe Neigung hat wie die Flächen des Ikositetraeders $\{117\}$, verhalten sich zu den Kanten desselben Rhomboeders wie $1 : 0,7935 : 0,6383 = 1,2602 : 1 : 0,8044$.

Bezeichnen wir die große Diagonale mit D, die kleine mit d und die Kante mit K, so verhalten sich mit großer Annäherung $D : d = d : K = 5 : 4$.

Bei den hier in Betracht kommenden Mineralien sind die Werte $D : d : K$ folgende:

$MgCO_3$	1 : 0,79046 : 0,6373	= 1,2651 : 1 : 0,8061
$MnCO_3$	1 : 0.79781 : 0,6396	= 1,2532 : 1 : 0.8017
$FeCO_3$	1 : 0,79449 : 0.6386	= 1.2587 : 1 : 0,8038
$ZnCO_3$	1 : 0,78881 : 0,6368	= 1.2677 : 1 : 0.8070
$CaCO_3$	1 : 0.81099 : 0,6437	= 1,2330 : 1 : 0,7937

Bei $ZnCO_3$ unterscheidet sich dieses Verhältnis nur wenig von dem regulären, und zwar ist der mittlere Wert, d. h. der der kleineren Diagonalen kleiner; bei $CaCO_3$ unterscheidet es sich beträchtlich von dem regulären Wert, und zwar ist der mittlere Wert größer als der reguläre Wert, während bei den drei ersten Mineralien $D : d : K$ sich fast gar nicht von dem regulären Wert unterscheidet. Beim Kalkspat verhalten sich die beiden Flächen-

diagonalen zur Polkante wie 1 : 0,8107 : 0,6438; da 1 : 0,803 = 0,803 : 0,644, so ist also auch hier wie bei dem Rhomboeder mit genau regulären Dimensionen die kleine Diagonale annähernd die mittlere Proportionale zwischen der größeren Diagonalen und der Kante.

Das Verhältnis der Atombereiche R des C, Ca und O ist: $R_C : R_{Ca} : R_O = 1 : 0{,}798 : 0{,}666 \ldots$ und da $1 : 0{,}816 = 0{,}816 : 0{,}666 \ldots$, so ist auch der Wert R_{Ca} annähernd mittlere Proportionale zwischen R_O und R_C. Beim Kalkspat scheint somit eine gegenseitige Anpassung der drei Atombereiche die Ursache der stärkeren Abweichung von dem regulären Werte zu sein, so daß in der kürzeren Diagonalen des Spaltungsrhomboeders die Wirkung des Ca, in der Kante die des C und in der längeren Diagonalen die des O hauptsächlich zur Geltung kommt (vergl. Fig. 5).

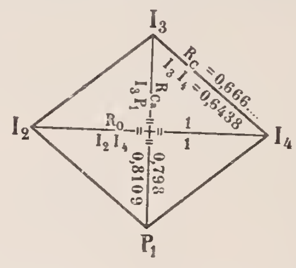


Fig. 5. Längenverhältnisse der Kante und der beiden Diagonalen der Rhomboederfläche des Kalkspates, verglichen mit den Radien R_C, R_{Ca} und R_O. Die Buchstaben I_3, I_4 usw. sind die betreffenden Längen der Kalkspatkanten.

Hierbei ergibt sich wieder die gleiche Erscheinung wie bei den Mineralien der Aragonitreihe. Diejenigen Mineralien, deren Metall, Mg, M̈n, F̈e und Zn, in bezug auf den Wert R_x am meisten von dem regulären Verhältnisse, in diesem Falle 4 : 5, abweicht, haben Winkelwerte, welche den regulären am nächsten stehen, während der Calcit eine viel größere Abweichung hiervon erkennen läßt. Es scheint also, daß die Metalle Mg, M̈n und F̈e fast keinen, Zn nur einen geringen deformierenden Wert haben, weil ihr Wert R von dem regulären Werte 4 : 5 zu weit abweicht, und daß die Hauptwirkung der Metalle Mg, M̈n, F̈e, Zn in die gleiche Richtung fällt wie die des Kohlenstoffs. Das Verhältnis der Werte R der Metalle Mg, M̈n, F̈e zum Wert R_C ist annähernd = 4 : 3.

Müssen wir hiernach das Spaltungsrhomboeder R {100} der Mineralien der Calcitreihe mit den Flächen des regulären Ikositetraeders {117} identifizieren, so entspricht das Rhomboeder $-\frac{1}{2}R$ des Kalkspats der regulären Form 4O {441}, das Prisma ∞R {211}

wie beim Aragonit Flächen des Leucitoeders {112} und das Prisma ∞P2 {101} Flächen des regulären Granatoeders. Die Rhomboederkanten, welche nach dem Vorhergehenden als Hauptstrukturlinien erkannt wurden, fallen bei regulärer Aufstellung in die Ebenen des Granatoeders. Liegen drei Gerade unter gleichen Winkeln gegen eine trigonale Achse in je einer durch diese Achse gehenden Granatoederfläche, so verlangen die durch diese Achse gehenden regulären Spiegelebenen keine weiteren zu jenen drei Geraden gleichwertigen Kanten.

Die Mineralien der Kalkspatreihe gehören somit im Gegensatze zum Quarze zur rhomboedrischen (trigonalen) Hyposyngonie.

Von den sämtlichen ein reguläres Gitter bildenden Knotenpunkten scheinen diejenigen bevorzugt zu sein, welche einem und demselben rhomboedrischen Gitter mit den Dimensionen der Mineralien der Calcitreihe angehören, weil dessen Netzlinien eine auch über die Lamellengrenze hinaus homogen[1] bleibende Anordnung besitzen.

Das System der bevorzugten Knotenpunkte besitzt bei den einfachen rhomboedrischen Carbonaten die Symmetrie der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse, das Gesamtsystem aber eine niedrigere Symmetrie. Durch entsprechende Zwillingsbildung kommt eine quasi homogene Masse zustande, deren Symmetrie die gleiche ist wie die der bevorzugten Punkte. Ist die Zwillingsbildung nur unvollkommen, dann erscheint die quasi homogene Masse niedriger symmetrisch.

Bei den Doppelsalzen, z. B. $CaMg(CO_3)_2$ (Dolomit), hat sowohl das System der bevorzugten Punkte als das der quasi homogenen Masse nur die Symmetrie der rhomboedrischen Klasse.

Bei den Mineralien der Aragonit- und der Calcitreihe wiederholen sich somit die gleichen Verhältnisse, welche vom Verfasser schon früher in seiner Kristalloptik für den Quarz und den Pyrit abgeleitet wurden.

Auch beim Quarz und Pyrit wurde angenommen, daß die von W. H. und W. L. Bragg abgeleitete Atomanordnung nur ein bevorzugtes Teilsystem der gesamten deformiert regulären Atomanordnung darstelle. Wenn alle Knotenpunkte des deformiert regulären Gitters mit Atomschwerpunkten besetzt sind, dann müssen bei isomorphen Körpern die Werte R_x der sich gegenseitig vertretenden Elemente annähernd gleich sein; und dies ist auch bei den bisher untersuchten isomorphen Reihen tatsächlich der Fall.

Der weiteren Vermutung, daß dann allgemein bei kristallisierten Elementen das Atomvolumen dem Werte R_x^3 proportional sein müsse, widerspricht aber die bekannte Kurve der Atomvolumina. Wir müssen daher wohl annehmen, daß nur ein Teil der Knotenpunkte des regulären Gitters mit Atomschwerpunkten besetzt

[1] Im Sinne der vom Verf. in dessen geometrischen Kristallographie. p. 4.

ist. Sollten etwa die Bragg'schen Strukturbilder tatsächlich die gesamte Atomanordnung darstellen, dann sind zwar nur die bevorzugten Knotenpunkte des deformiert regulären Punktsystems mit Atomen besetzt. Für das geometrische und physikalische Verhalten (optische Drehung usw.) müssen dann aber auch die nicht besetzten Knotenpunkte der deformiert regulären Anordnung zur Geltung kommen.

Denn abgesehen davon, daß die hier abgeleiteten Beziehungen zwischen Atomgewicht und Atomabstand wohl kaum zufällige sein können, läßt das Bragg'sche Strukturbild des Quarzes, welches mit dem Sohncke'schen identisch ist, optische Drehung nur für Strahlen parallel der Hauptachse erkennen, während die Beobachtung ebenso wie das vom Verfasser für den Quarz abgeleitete deformiert reguläre Bild auch Drehung senkrecht zu dieser ergeben hat.

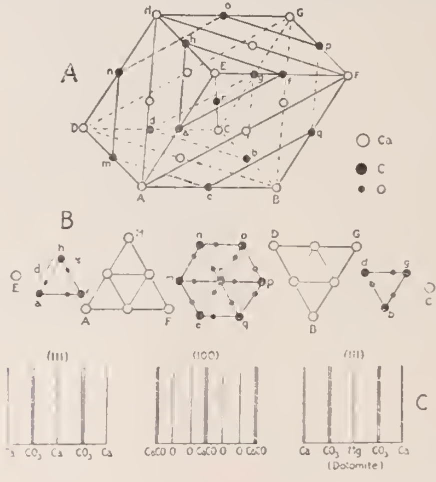


Fig. 6. Atomanordnung beim Kalkspat nach W. L. Bragg.

Auch bei Calcit läßt das Bragg'sche Strukturbild (Fig. 6) keine Beziehung zum regulären System erkennen; sowohl die Ca- als die C-Atome bilden in diesem Bilde die Schnittpunkte je eines rhomboedrischen Gitters mit den Dimensionen des Spaltungsrhomboeders, und es gilt demnach hier dasselbe, was bereits bezüglich des Quarzes erwähnt wurde.

Wie beim Quarz die Polkante T zwischen den positiven und negativen Rhomboederflächen ihre bevorzugte Bedeutung als Strukturlinie ihrem Längenverhältnisse 3 : 2 in bezug auf die Lateralkante[1] verdankt, so verdankt bei den Mineralien der Calcitreihe die Rhomboederkante ihre bevorzugte Stellung dem Verhältnisse 4 : 5 in bezug auf die kleinere Diagonale des Spaltungsrhomboeders.

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Kristalloptik, p. 604.

Die Achsenverhältnisse des Pyrargyrits $Sb(SAg)_3$, $a:c = 1:0{,}7892$, und des Proustits $As(SAg)_3$, $a:c = 1:0{,}8039$ lassen vermuten, daß die beiden Rotgültigerze die gleiche Struktur besitzen wie die Mineralien der Calcitreihe.

Setzen wir für Schwefel $n = 2$, für As $n = 3$, für Silber und Antimon $n = 5$, dann ergeben sich die Verhältnisse:

$$\left.\begin{array}{l} R_S : R_{As} = 3.10 : 2 \\ R_S : R_{Sb} = 3 : 2.005 \end{array}\right\} \text{also annähernd wie } 3:2 = R_O : R_C$$

$$R_{Sb} : R_{Ag} = 9 : 10{,}025$$

$$R_{As} : R_{Ag} = 7 : 8.11$$

Es bestehen also ähnliche Verhältnisse wie etwa beim Magnesit. Jedoch ist bei den Rotgültigerzen die Hemimorphie nach der Hauptachse stärker ausgeprägt als bei den Mineralien der Calcitreihe.

Schon lange bekannt ist ferner die fast genaue Übereinstimmung der geometrischen und physikalischen Eigenschaften der stabilen Form des Natriumnitrates $NaNO_3$ mit denen des Calcits und der Eigenschaften der stabilen Form des Kaliumsalpeters KNO_3 mit denen des Aragonits.

Beim Natriumnitrat ist $a:c = 1:0{,}8297$,
beim Kaliumnitrat $a:b:c = 0.5910:1:0.7011$.

Setzen wir für Natrium und für Stickstoff $n = 1$, für Kalium $n = 2$, dann wird

$R_{Na} : R_N = 1{,}214$ und wir fanden früher $R_{Ca} : R_C = 1{,}197$
$R_K : R_O = 0{,}7175$ „ „ „ „ $R_{Ba} : R_O = 0{,}699$;
$R_{Sr} : R_O = 0{,}731$

Die Entstehung der Zechsteinsalzlager aus chemisch-geologischen Gesichtspunkten.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Zwischen den zahlreichen Theorien, die über die Entstehung der Salzlager aufgestellt wurden, haben die Ochsenius'sche Barrentheorie und die Wüstentheorie Walther's den stärksten Widerhall gefunden.

Nach der Ochsenius'schen Barrenhypothese, welche sich auf die bekannten Verhältnisse des Kara Bugas stützt, bildeten sich mächtige Salzlager hauptsächlich in solchen Binnenseen, die durch eine Landesbarre vom Ozean mehr oder weniger abgetrennt waren. Der Zufluß von Meerwasser erfolgte demnach nur in solch geringem Maße, daß infolge des herrschenden Steppenklimas starke Konzentrierung der Salzlösung und Ausscheidung von Salzen in denselben erfolgen konnten. Der Umstand, daß in den Steinsalzablagerungen die Kalisalze selten vorhanden sind, wird mit Hilfe

dieser Hypothese dadurch erklärt, daß die Absätze der Binnenseen schließlich das Niveau der Barrenhöhe erreichten, wodurch die kalireichen Mutterlaugen in den Ozean zurückfließen mußten. Ein Zurückbleiben dieser Laugen konnte demnach nur infolge jener Gestaltungen des Untergrundes erfolgen, welche zur Erhöhung der Barre führten und den Busen vom Ozean abschließen.

Bei der Prüfung der Ochsenius'schen Hypothese dürfte man durch folgende Gesichtspunkte geleitet werden:

I. Die horizontale und vertikale Verbreitung und Gliederung des Salzkörpers.

II. Die chemische Beschaffenheit jener Laugen, deren Eintrocknung den vorhandenen Schichtungsverhältnissen entsprechen würde.

1. Es hätte bei dem vorausgesetzten Zufluß von Ozeanwasser, infolge der sukzessiven Zunahme der Eintrocknung gegen die Ränder des Zechsteinsees, entsprechende Differenzierung in der Ablagerung des Carbonats, des Gipses und des Steinsalzes stattfinden müssen. Diese Differenzierung tritt indessen nicht auf. Bereits der Umstand, daß im ersten Stadium der Ausscheidung über dem Carbonat sich homogene Mengen des Anhydrits ablagern konnten, schließt die Hypothese der ständigen Verbindung mit dem Ozean gänzlich aus.

2. Aus der Tatsache, daß die Zusammensetzung des anhydritischen Steinsalzes annähernd jenem Verhältnisse entspricht, in welchem die Salze Calciumsulfat und Natriumchlorid im Meerwasser vorkommen, kann keine Bestätigung der Ochsenius'schen Theorie abgeleitet werden. Abgesehen davon, daß die Jahrtausende andauernde, gleichartige Ausbildung des Staßfurter anhydritischen Steinsalzes schon an und für sich das Bestehen eines vom Meere isolierten Beckens voraussetzt, muß die Entstehung der periodischen Anhydritschichten in der Weise erklärt werden, daß nach der Bildung des Gips-Anhydrithauptlagers die Lauge schließlich das Stadium der konstanten Lösung von schwefelsaurem Calcium und von Chlornatrium erreichte, und unter der Dehydratationstemperatur des Gipses sich Steinsalz und geringe Mengen von Gips — später infolge von Temperaturerhöhungen des Bodens in Anhydrit umgewandelt — gemeinschaftlich ausscheiden konnten. Stieg nun in der warmen Jahreszeit die Temperatur der Lauge über die Dehydratationsgrenze des Gipses (ungefähr 25° bei dieser Konzentration und Zusammensetzung), so schied sich infolge der Löslichkeitsabnahme des entstandenen Anhydrits der Überschuß desselben aus und bildete die anhydritischen Jahresschichten. Nach der Ausfällung des überschüssigen Anhydrits, jedoch während der warmen Jahreszeit, erreichte die Lösung auch den Gleichgewichtszustand der gemeinschaftlichen Ausscheidung von Steinsalz und von Anhydrit. Während dieser Zeit, also noch in der warmen

Jahreszeit, schied sich daher die Hauptmenge des Steinsalzes aus, mit minimaler Beimengung von Anhydrit. Bei Abnahme der Lufttemperatur nahm auch die Temperatur der Lauge ab, die Löslichkeit des Anhydrits aber bis zum Hydratationsgrade zu, demzufolge sich fast reines Steinsalz ausschied. Bei weiterer Abnahme der Temperatur, bis unter den Dehydratationsgrad des schwefelsauren Calciums, nimmt sowohl die Löslichkeit des Gipses als auch jene des Steinsalzes ab, weshalb bei diesen Temperaturen sich ebenfalls Steinsalz ausschied, und zwar im Zusammenhange mit den Temperaturverhältnissen und je nach den Tiefen, in welchen die Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme stattgefunden haben, mit variierenden geringen Mengen des Gipses.

Während der kühlen, regnerischen Witterung konnten sich infolge der Verlangsamung, eventuell infolge des temporären Ausbleibens des Sättigungsprozesses relativ größere Mengen schwebender Ton- und Sandteilchen aus der Lauge ablagern. Erwärmten sich aber in der nachfolgenden neuen Periode der trockenen, warmen Jahreszeit die oberen Seeschichten, so kam es infolge der Verschiebung des Gleichgewichtszustandes zwischen dem Chlornatrium und dem schwefelsauren Calcium, bei über der Dehydratationsgrenze des Gipses liegenden Temperaturen, zu neuer Differenzierung der Ausscheidung beider Verbindungen und demnach zur isolierten Ausscheidung des überschüssigen Anhydrits. Mit dieser unmittelbaren Aufeinanderfolge der Ausscheidungen bezw. der Jahreszeiten hängt offenbar das gesteigerte Vorkommen von Ton, Sand und Bitumen in den periodischen Schichten zusammen [1].

Die Resultate der über die Zusammensetzung einzelner Anhydritschnüre und Steinsalzschichten des Staßfurter anhydritischen Steinsalzes bisher ausgeführten Analysen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1.

	Staßfurt									
	Anhydritschnur						Steinsalzschicht			
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4
$CaSO_4$.	87,09	94,10	72,31	98,72	78,70	98,96	0,73	0,82	0,52	1,44
NaCl . .	11.92	5,24	26,85	0,32	20,46	0,22	98,93	99,17	99,28	98,55
Al_2O_3 Fe_2O_3	0,41	0,28	0,36	0,38	0,32	0,35	0,14	Spuren	0,08	Spuren
SiO_2 . .	0,50	0,31	0,39	0,49	0,44	0,40	0,15	Spuren	0,12	Spuren
Bitumen	0.08	0,07	0,09	0,09	0.08	0.07	0,05	Spuren	Spuren	Spuren

Oft enthalten die Anhydritschichten dünne Steinsalzschnüre, den Oscillationen der Ausscheidungstemperatur entsprechend, wo-

[1] M. Rózsa, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **90.** p. 380—381.

gegen an vielen Stellen das plastischere Steinsalz infolge dynamischer Vorgänge in die Risse der Anhydritschichten eingepreßt wurde. Diesen beiden Umständen muß der in vielen Fällen große Steinsalzgehalt der analysierten Anhydritschichten zugeschrieben werden. Die von beigemengtem Steinsalz befreite Anhydritschnur enthielt nur geringe Mengen (0,22 % bis 0,86 %) des Steinsalzes.

Hauptsächlich zur Erklärung der stellenweise bedeutenden Mächtigkeiten des Zechsteinsalzes stellte Ochsenius die Barrentheorie auf. Nehmen wir indessen in Betracht, daß — von den nachträglich ausgelaugten Stellen abgesehen — Salzablagerungen von den russischen Grenzen bis nach Holland hinein und von den Nord- und Ostseen bis an den Fuß der deutschen Mittelgebirge fast überall vorzufinden sind, weshalb in den tiefer gesunkenen Beckenteilen die Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen sich von großen Flächen vollzog, so ergibt sich die natürliche Erklärung sowohl für die große Mächtigkeit des Steinsalzes, als auch für jene des Anhydritlagers. Die während des Eintrocknungsprozesses vor sich gehende Gestaltung dieses mächtigen Beckens war indessen mit keiner gleichmäßigen Senkung der einzelnen Beckenteile verbunden, sondern es fanden stellenweise auch relative Erhebungen der Beckensohle statt. Mit dieser ungleichmäßigen Gestaltung des Eintrocknungsgebietes hängen wohl jene Erscheinungen zusammen, daß die Laugen einzelner isoliert gewordener Beckenteile, die infolge der verschiedenen Tiefenverhältnisse sich in abweichenden Stadien der Eintrocknung befanden, stellenweise übereinanderflossen. So kommen in der Werragegend drei Steinsalzlager und zwei isolierte Lager der Kali- und Magnesiasalze vor, als Beweise stattgefundener Überlagerungen von Laugen verschiedenen Eintrocknungsstadiums. Die in den liegenden Teilen des mittleren und oberen Steinsalzes befindlichen Carnallitschichten beweisen ferner, daß die Überflutungen mit sukzessive erfolgter relativer Erhebung des benachbarten tieferen Beckens verbunden waren. Es wanderten bei diesen Bodengestaltungen nicht bloß die bis zur Steinsalzausscheidung gesättigten Laugen, sondern auch die in vorgeschrittenerem Stadium gewesenen, spezifisch schweren und chlormagnesiumreichen Laugen, die sich dann in den tieferen Beckenteilen ansammelten und die periodische Entstehung von Sättigungszonen für Carnallit und diskordante Auflagerungen desselben verursachten [1]. Die regelmäßig gleichartige Entwicklung des Werrasteinsalzes und der Mangel an Ton- und Sandschichten schließen jene Erklärung, daß diese Steinsalzlager den Eintrocknungsprodukten periodisch zusammengewaschener Laugen entsprechen würden, vollständig aus. Ähnliche Verhältnisse lassen sich auch in den hannöverschen Kalisalzlagern

[1] M. Rózsa, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 88. p. 323.

feststellen. Über den jüngeren Kalisalzlagern haben sich mächtige Steinsalzlager ausgebildet, und zwar in derselben Regelmäßigkeit und Stetigkeit wie jene unter diesen Kalisalzlagern. An diesen Stellen war daher die Lösung bereits bis zur Ausscheidung der Kalisalze eingetrocknet, während in dem benachbarten tiefer liegenden Becken, mit welchem die Verbindung unterbrochen war, der Eintrocknungsprozeß nur bis zur Steinsalzausscheidung erfolgte. In diesem Stadium der Kalisalzausscheidung konnten nun tektonische Verschiebungen derartige Gestaltungen der Beckensohlen verursachen, daß die bis zur Kalisalzausscheidung gesättigte Lösung von der weniger konzentrierten und nur bis zur Steinsalzausscheidung gesättigten Lauge des tieferen Beckens überlagert wurde, weshalb über den Kalisalzen die Steinsalzausscheidung von neuem begann. Der Eintrocknungsprozeß erlitt demnach keine Unterbrechung, sondern es erfolgte nur ein wesentlicher Rückgang in der Zusammensetzung der über den abgelagerten Kalisalzen befindlichen Lösung. Indessen erfolgte aus dieser Lauge keine neuere Ausscheidung der Kalisalze, da inzwischen, noch während der Steinsalzausscheidung, beide Beckenteile mit dem Ozean in neuere Verbindung traten, wie dies die über dem hangenden Steinsalz von neuem auftretenden Ton-Anhydrit-Steinsalzschichten beweisen[1].

Wenn auch die auf die ursprüngliche Mächtigkeit des abgelagerten älteren Anhydrits und Steinsalzes bezüglichen Angaben, infolge mangelhafter Aufschlüsse und tektonischer Deformationen, weitere Ergänzung benötigen, so kann trotzdem bereits vorausgesetzt werden, daß die Mächtigkeit des Staßfurter Anhydrits, im Vergleiche zum Steinsalz, eine viel zu große ist. Dieser Umstand hängt offenbar ebenso mit den abweichenden Niveauänderungen der einzelnen Teile des Senkungsgebietes zusammen, als jene andere Erscheinung, daß in den Südharzlagern die Hauptsalz- und Hartsalzschichten, die in ihrer Mächtigkeit ungefähr dem Staßfurter Hauptsalz- und Hartsalzlager entsprechen, eine verhältnismäßig ganz schwache Unterlage von anhydritischem Steinsalz besitzen.

Die zwei Umstände, nämlich die in den tiefer gesunkenen Beckenteilen von großen Flächen stattgefundene Zusammenschrumpfung bereits konzentrierter Laugen und die mit den lokalen Niveauveränderungen der Beckensohle verbundenen Überlagerungen der Laugen, ergeben demnach eine den Naturerscheinungen am nächsten stehende Erklärung über die außerordentliche Mächtigkeit des Anhydrits und des Steinsalzes. Daß diese vorausgesetzten Niveauveränderungen der einzelnen Teile des Senkungsgebietes keine größere Störung in den bereits

[1] M. Rózsa, Über den organischen Aufbau der Staßfurter Salzablagerungen. Berlin 1914. p. 34—35.

abgelagerten Schichten (bisher untersuchter Salzlager) verursachten, findet wohl darin seine Erklärung, daß an diesen Stellen die verhältnismäßigen Verschiebungen des Niveaus mit den Gestaltungen entfernt liegender Beckenteile im Zusammenhange stehen konnten.

Die in gewissen Tiefen erfolgten Lokalisationen der sättigenden Konzentrationsströme haben zu den quantitativen Abweichungen der Steinsalzablagerung ebenfalls beigetragen, besonders an jenen Stellen, wo sich chlormagnesiareiche Bodenlaugen in größerer Menge ansammeln konnten.

Die Unhaltbarkeit der Barrentheorie bedarf wohl keiner weiteren Ausführungen und es kann daher die Hypothese der wiederholten Entstehung einer Barre, die zur Erklärung der jüngeren Zechsteinsalzlager vorausgesetzt werden müßte, einfach übergangen werden. Dieselben dürften mit der von großen Flächen stattgefundenen, bereits erwähnten Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen und Überlagerungen von Laugen isoliert gewordener Beckenteile ebenfalls am entsprechendsten erklärt werden.

Jene Variation der Barrentheorie, welche, analog den Erscheinungen der Karabugasbucht und des Kaspisees, die äußerst große Menge des abgelagerten Steinsalzes dem Umstande zuschreibt, daß die Ausscheidung an diesen Stellen in flachen Buchten erfolgte, die mit einem tieferen See, aus welchem dauernd Seewasser zufloß, in Verbindung standen, hat ebenfalls wenig für sich. Man müßte nämlich in diesem Falle eine Jahrtausende hindurch beständig unveränderliche Wasserhöhe im Zechsteinsee annehmen und auf diese Weise solche Mengen fremder Zuflüsse voraussetzen, die sich weder im qualitativen noch im quantitativen Aufbau des Salzkörpers erkennen lassen [1].

Die Ochsenius'sche Barrentheorie wurde bereits von Walther abgelehnt [2]. Nach seiner bekannten Wüstentheorie entstanden die Zechsteinsalzlager infolge der von großen Flächen stattgefundenen Zusammenschrumpfung eintrocknender Meereslaugen, wobei ein dauernder Senkungsvorgang des Untergrundes vorausgesetzt wird. Die während der Zusammenschrumpfung bereits trockengelegten Salzgebiete wurden durch Niederschläge z. T. wieder aufgelöst und die zusammengewaschenen Laugen gerieten in die tieferen Beckenteile, wo sie zur Bildung des Salzkörpers wesentlich beitrugen.

Wie es demnach aus meinen jetzigen und früheren Ausführungen [3] ersichtlich ist, decken meine Beobachtungsdaten und

[1] Es wäre sehr wünschenswert, sobald wieder normale Verhältnisse eintreten, die Ablagerungen des Kaspisees einer systematischen Untersuchung zu unterwerfen.

[2] J. Walther, Geologie Deutschlands. p. 94—98. — E. Erdmann, Zeitschr. f. angew. Chemie. 1908. p. 1685.

[3] M. Rózsa, Über den organischen Aufbau der Staßfurter Salzablagerungen. Berlin, 1914. p. 10. Zeitschr. f. anorg. Chemie. 90. p. 377.

Ansichten in vielem die Auffassung Walther's. Die ununterbrochen regelmäßige Ausbildung des anhydritischen Steinsalzes widerspricht jedoch jener Voraussetzung, daß zur Entstehung desselben die Niederschläge, bezw. die zusammengewaschenen Laugen, wesentlich beigetragen haben. Der Eintrocknungsprozeß zusammengewaschener, nicht gesättigter Laugen wäre mit der Ausbildung stärkerer Ton- und Sandschichten verbunden gewesen und die Anhydrit- und Steinsalzlager könnten nicht in ihrer Regelmäßigkeit und Reinheit vorkommen. Bei Beurteilung der quantitativen Verhältnisse des Anhydrits und des anhydritischen Steinsalzes muß demnach, außer der Zusammenschrumpfung eintrocknender Laugen, hauptsächlich jene ungleichmäßige Verteilung der Zechsteinlaugen in Betracht gezogen werden, die mit den erwähnten, lokal verschiedenen Niveauänderungen des Untergrundes im Zusammenhange standen. Die Mitwirkung zusammengewaschener Laugen war bei weiterer Zusammenschrumpfung des Laugengebietes, also zur Zeit der Kalisalzausscheidung, von größerem Belang, als die Kontinuität der Ausscheidungen nicht bloß durch einzelne Steinsalzbänke unterbrochen wurde, sondern auch der Ton- und Sandgehalt bedeutend zunahm.

Über das Alter der Libyschen Stufe Zittel's

und eine neue *Stephanophyllia* (*St. Schweinfurthii* n. sp.) aus den Blättertonen des Danien in Ägypten.

Von **Paul Oppenheim.**

Eines der wichtigsten Resultate der Arbeiten Zittel's bei der Rohlf'schen Expedition, welche sich neben anderem die geologische Erforschung des Nillandes zur Aufgabe stellte, ist, wie Zittel[1] damals selbst betonte, die Aufstellung und Begrenzung der „Libyschen Stufe" gewesen. Diese sollte die untersten Tertiärschichten umfassen, welche sich zwischen die oberste Kreide einer- und die Ablagerungen des Mokattam bei Kairo andererseits einschöben, und welche nach unten direkt ohne Pause im Absatze in die Kreide selbst verlaufen sollten. Das genaue Alter dieser Formation wurde naturgemäß noch nicht bestimmt und ihr Verhältnis zu denjenigen des westlichen Europas und des Mittelmeerbeckens noch nicht festgelegt; es wäre dies auch ohne weitgehende Einzeluntersuchungen nicht möglich gewesen. Das Hauptmoment für Zittel, welches er wiederholt betont, ist und bleibt, daß zwischen diesem unteren Eocän und der oberen Kreide ein kontinuierlicher Verlauf stattfindet, daß hier keine natürliche Trennlinie gezogen werden kann und daß sich ganz allmählich die ersten Operculinen und Num-

[1] Geologie und Paläontologie der Libyschen Wüste. Palaeontographica. **30**, 1. Cassel 1883. p. XC.

muliten einstellen als Zeugen einer in ihren Daseinsbedingungen und in ihrer tierischen Bevölkerung vollständig veränderten Zeitepoche unseres Planeten. Dabei hat keine wesentliche Verschiebung der Grenzen zwischen Land und Meer stattgefunden und Süßwasser- und Landabsätze mit Ligniten fehlen daher durchaus. Auf Grund eingehender Kenntnis der Eocänabsätze auf anderen Gebieten und unter Beibringung eines großen Materials an Tatsachen und Beobachtungen aus den übrigen Eocänbereichen glaubt Zittel für diese Libysche Stufe eine ganz besondere Stellung und eine ganz heterogene Entwicklung in Anspruch nehmen zu dürfen.

Zittel's Ansichten gründen sich in erster Linie auf seine Begehungen der Oasen Farafrah und Dachl und der angrenzenden Wüstenteile; und hier sind seine diesbezüglichen Untersuchungen lange von keiner Seite wieder aufgenommen worden[1]; auch von Blanckenhorn nicht, der später wohl am eingehendsten die geologischen Verhältnisse Ägyptens durchforscht hat. In seinem der Kenntnis des Palaeogen in Ägypten gewidmeten Aufsatze geht dieser Forscher[2] zwar von Beobachtungen aus, durch welche Zittel zur Errichtung seiner Libyschen Stufe geführt wurde, und gibt diese sorgfältig wieder. Blanckenhorn fügt aber sogleich hinzu: „Diese Sätze gelten auch heute noch, aber nur für den Teil Ägyptens, den v. Zittel selbst bereist hat, die südliche Libysche Wüste. Für die übrigen Gebiete Ägyptens bedürfen sie einiger Modifikationen." Diese Veränderungen nun, welche Blanckenhorn für die Auffassung Zittel's beibringt, bestehen im wesentlichen darin, daß er die kontinuierliche Entwicklung zwischen Kreide und Eocän nur auf den südlichen Teil der Libyschen Wüste beschränkt wissen will, für das Niltal selbst und überhaupt die nördlicheren Gebiete sie aber direkt ausschließt. „Jedenfalls zeigt sich im größten Teil Ägyptens eine mehr oder weniger große Lücke in der Sedimentation an der Basis des Eocän." Für die Gebiete, deren geologische Zusammensetzung Zittel's systematische Anschauungen bestimmte, hat nun Blanckenhorn — soweit diese wenigstens das Eocän betreffen — kaum etwas an tatsächlich Neuem beigebracht, da er diese entlegenen Oasen kaum persönlich

[1] Bis 1894, wo Lyons im Quat. Journ. geol. Soc. of London. 4, p. 535 seine Mitteilungen über die Libysche Wüste herausgab, war, wie der Verf. selbst betont, in der Fortsetzung und Erweiterung der Untersuchungen Zittel's nichts geschehen. Die Untersuchungen von Lyons selbst, des langjährigen Leiters der Geolog. Survey of Egypt, gehen auf das hier in Frage stehende Thema, die Frage des Zusammenhanges zwischen Kreide und Eocän, nicht näher ein. Auf die späteren Arbeiten anderer Mitglieder der anglo-ägyptischen Organisation werden wir weiter unten zurückzukommen haben.

[2] Vergl. M. Blanckenhorn, „Neues zur Geologie und Paläontologie Ägyptens. II. Das Palaeogen. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1900. p. 403 ff.

besucht haben dürfte. Seine Gliederung des unteren Eocän in den anderen Regionen, zumal im Niltale selbst, ist dagegen die folgende:

I. Unteres Suessonien oder Kurkurstufe.
II. Mittleres Suessonien oder untere Abteilung der Libyschen Stufe.
III. Oberes Suessonien oder obere Abteilung des Libyschen Stufe.

Ein Vergleich mit anderen Eocänbereichen — soweit es sich nicht um die angrenzenden Eocängebiete von Syrien und Palästina handelt — wird nicht versucht. Die ganze Gliederung krankt — rein prinzipiell genommen — etwas an der Anwendung der schon damals etwas veralteten d'Orbigny'schen Etagenbezeichnung „Suessonien".

Dieser Nachteil der Blanckenhorn'schen Systematik hat sich seither noch verstärkt. Einmal muß, seitdem Fourtau[1] und Leuchs[2] ziemlich gleichzeitig nachgewiesen haben, daß die Kurkurstufe in Wirklichkeit nicht besteht und ihre Anwesenheit durch die zufällige Vermengung von Fossilien des Eocänkalkes mit solchen der darunter lagernden Blättertone der Kreide vorgetäuscht wird, diese augenscheinlich in Wegfall kommen; andererseits gehören die Blättertone bei Theben, wie bereits Zittel vorahnend meinte, und wie ich selbst[3] später paläontologisch nachgewiesen habe, im Gegensatz zu der früheren Auffassung von Delanoüe und d'Archiac nicht dem unteren Eocän, sondern schon dem Danien an. Damit wird der Begriff des unteren Suessonien bei Blanckenhorn inhaltslos und hat somit in Wegfall zu kommen. Im Einklange damit steht, daß die Mitglieder der Geol. Survey of Egypt, zumal H. J. L. Beadnell[4], auch für das Gebiet der südlichen Oasen aus stratigraphischen Momenten die Kontinuität zwischen Kreide und Eocän leugnen, und die Konkordanz zwischen beiden Formationen da, wo sie, wie z. B. im N der Oase Beharich, auch für sie besteht, als eine nur scheinbare auffassen[5], während weiter im Süden anscheinend eine kontinuierliche Entwicklung zwischen oberster Kreide und ältestem Tertiär im Sinne der Zittel'schen These angenommen wird[6]. Im N, NO und W der Oase soll dagegen der

[1] Les Gara-Kurkur Series. Bull. de l'Institut égyptien. (V.) 7. Le Caire 1913. p. 20 ff.

[2] Geologisches aus der südlichen Libyschen Wüste (Gebel Gurra. Oase Kurkur, Gebel Borga). N. Jahrb. f. Min. etc. 1913. II. p. 33—48.

[3] Über die Fossilien der Blättermergel von Theben. Sitzungsberichte in math.-phys. Klasse d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch. 32. 1902. p. 435 ff.

[4] Découvertes géologiques récentes dans la Vallée du Nil et le désert Libyen. Congrès géologique international. VIII[e] session, en France. Comptes Rendus. II. Paris 1901. p. 839 ff.

[5] a. a. O. p. 851. Anmerkung.

[6] a. a. O. p. 853.

Kalk der Libyschen Stufe direkt und ohne Zwischenglieder auf dem Cenoman liegen, so daß der Autor abschließend feststellt: „Il résulte clairement de ces faits, qu'il y a, entre le Crétacé et l'Éocène une remarquable discordance, les dépôts éocènes recouvrant successivement les differents étages du Crétacé." Das Umgekehrte, also der volle lückenlose Übergang beider Formationen im Sinne Zittel's, wird allerdings in einer späteren Publikation im Hinblick auf die Verhältnisse am Gebel Awaina bei Sabaia (N von Efu) von dem gleichen Autor für die südlicheren Gebiete vorausgesetzt [1]. Es werden aber hier die Blättertone („Esneh Shales") noch als Eocän aufgefaßt, trotzdem ihre Kreidenatur bereits erkannt war. Als Untereocän bleiben somit nach wie vor nur die Nummulitenkalke der Libyschen Stufe übrig und somit die Frage offen: „Welches ist das Alter dieser Formation?" und „Mit welchen Bildungen Nordeuropas und des Mittelmeerbeckens ist sie zeitlich zu identifizieren?"

Zittel hat — wie wir bereits sahen — nie daran gezweifelt, daß es sich in seiner Libyschen Stufe um Untereocän handle. Die späteren Bearbeiter ihres Fossilinhaltes sind ihm in diesem Punkte bisher gänzlich gefolgt, so P. de Loriol für die Echiniden, de la Harpe und Schwager für die Foraminiferen, ich selbst für die Mollusken. Mayer-Eymar, der sie vielfach auch geologisch durchforscht hat, hat sie zu seinem Londinien gestellt, also für gleichwertig gehalten den Sanden von Cuise-la-Motte mit *Nummulites planulatus* = *elegans* und den Tonen des Beckens von London. Wenn die letztere Auffassung die richtige wäre, so würde sie damit höher hinaufrücken, und es würden mithin in Ägypten Äquivalente des Montien und des Thanétien, mithin des Paleocän gänzlich fehlen. Es würde dann aber gerade auch hier in Ägypten dieselbe Lücke zwischen Kreide und Eocän bestehen, deren Vorhandensein Zittel mit solcher Energie bestritten hat. Man sieht also, daß hier noch mehr Schwierigkeiten verborgen liegen, als dies der dem Gegenstande ferner Stehende vermutet!

Während alle die bisherigen Beobachter aber an dem untereocänen Charakter der Sedimente festhielten, ist auch dieser in neuerer Zeit in Zweifel gezogen worden. Boussac [2] hat behauptet, daß die ganze Libysche Stufe Zittel's transgredierendes Lutétien, also Mitteleocän sei. Der französische Autor stützt seine Behauptungen zuvörderst darauf, daß er selbst in der Umgegend

[1] H. J. L. Beadnell, On the Eocene and Cretaceous Systems of the Nile Valley. The Quaterly Journal of the Geological Society of London. 61. 1905. p. 673 u. 676.

[2] Vergl. „Observations nouvelles sur le Nummulitique de la Haute-Egypte". Compte rendu sommaire des séances de la Soc. géol. de France. 1913. p. 63 ff. (Séance du 7 Avril.)

von Theben den allmählichen Übergang zwischen Kreide und Tertiär nicht aufzufinden vermochte. Überall, wo er an dieser Stelle den Kontakt wahrzunehmen vermochte, bestände zwischen dem Blättermergel des Danien und den sie bedeckenden, an Feuerstein reichen kreidigen Kalken ein plötzlicher Kontrast und eine sehr scharf gezogene Grenze.

Boussac bekämpft hier Dinge, die nie behauptet wurden. Die Grenze zwischen Blättermergeln und festen Kalken muß natürlich stets leicht zu ziehen sein. Zittel hat auch nie das Gegenteil behauptet und seine Libysche Stufe nie auf die Verhältnisse des Niltales bei Theben begründet. Die Gliederung stützt sich auf die stratigraphischen Verhältnisse der beiden Oasen in der Libyschen Wüste, und hier sollen an zahlreichen Punkten Kalke der Kreide in diejenigen des Eocäns übergehen. Es lagert hier im allgemeinen auf den Blättertonen eine Kalkformation, die sich durch ihre Fauna noch als typisch cretacisch erweist und die Zittel als „schneeweißen, wohlgeschichteten Kalkstein oder erdige Kreide" bezeichnet. Erst über dieser Kreidestufe, dem obersten Danien, baut sich der Kalkstein der Libyschen Stufe auf, und somit vollzieht sich der Übergang inmitten einer in ihrer petrographischen Ausbildung im wesentlichen gleichartigen Kalkmasse. Es ist sogar anzunehmen, daß diese oberste Kreide im Niltal bei Theben nicht einmal fehlt. Wahrscheinlich entspricht sie dem „quatrième étage" des von Delanoüe[1] bei Theben gegebenen Profiles. Dafür spricht der petrographische Charakter, den diese Formation nach den Angaben Delanoüe's besitzen soll. Fossilien sind in ihr, trotzdem sie 116 m Mächtigkeit besitzen soll, in der Umgegend von Theben anscheinend bisher nicht aufgefunden worden. Delanoüe schweigt über diesen Punkt, aber d'Archiac, der die paläontologischen Stützen des Aufsatzes lieferte, fügt auf p. 11 a. a. O. ausdrücklich hinzu: „On a vu que le quatrième étage, malgré sa grande épaisseur, n'avait offert à M. Delanoüe aucun fossile déterminable." Auch Boussac hat in diesen wohl noch dem Danien angehörenden kreidigen Kalken anscheinend keine organischen Reste gesehen; die Fossilien, die er bei Chaghab, „d. h. ein wenig stromaufwärts von Theben" gefunden haben will, liegen jedenfalls höher und gehören schon der dritten Etage Delanoüe's an, welche der Libyschen Stufe Zittel's entsprechen dürfte[2].

---

[1] Note sur la constitution géologique des environs de Thèbes. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. **67**. p. 701. Séance du 5 Octobre 1868. p. 705.

[2] Die Angaben über Alter und Äquivalenz des die Blättertone bei Theben-Luxor bedeckenden Kalkhorizontes sind einigermaßen widerspruchsvoll. Zittel (Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Libyschen Wüste. Palaeontographica. **30**, 1. p. LXXVIII) hält es für am wahrscheinlichsten, daß bei Esneh beide Horizonte, derjenige der obersten Kreide und der-

Wir sehen also schon in diesem Punkte bei Boussac ein Mißverständnis an das andere sich reihen und beobachten kein allzu tiefes Eindringen in die tatsächlichen Unterlagen der Frage[1]. Was nun die Fossilien selbst anlangt, welche Boussac bei Chaghab, also — wie wir annehmen dürfen — in den Kalken der Libyschen Stufe gefunden haben will, so beschränken sich diese, wenn man von einer stratigraphisch nichtssagenden *Operculina* sp. absieht, auf einen Nummuliten, *N. atacicus* Leymerie, und auf einen Echiniden, *Conoclypeus conoideus* Leske sp. Was die letztere Form anlangt, so muß sie sehr gut erhalten sein, oder es muß seitens des Beobachters eine recht genaue Kenntnis dieser Formen vorliegen, damit sie scharf und mit Sicherheit von verwandten Arten, wie z. B. dem *C. Delanoüei* P. de Loriol der Libyschen Stufe getrennt werden kann. *Nummulites atacicus* Leymerie wird schon von de la Harpe aus der Libyschen Stufe als leitend angegeben. Er findet sich aber auch in Algerien und im Südosten Frankreichs (Corbières) im Untereocän (Yprésien). Man kann sich in diesem Punkte Herrn Boussac gegenüber auf französische Arbeiten stützen[2]. Die Anwesenheit von *Nummulites atacicus* spricht also nicht gegen das untereocäne Alter der Kalke von Chaghab, respektive der Libyschen Stufe.

Was nun die Hügel um Theben selbst anlangt, so soll man nach Boussac in ihnen Fossilien nur etwa 100 m über der Basis finden. Dieses ist im Momente natürlich und selbstverständlich, wo man das Profil Delanoüe's im Auge hat und sich bewußt ist,

jenige der eocänen Libyschen Stufe derartig verschmolzen seien, daß die Trennung zwischen ihnen kaum möglich sei. Blanckenhorn (Neue geologisch-stratigraphische Beobachtungen in Ägypten. Sitzungsberichte der Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch. Math.-Phys. Kl. **32**. München 1903. p. 360) bezeichnet jene die Blättertone von Theben bedeckende Kalkmasse nur als L = Knollenkalk der Libyschen Stufe. Hume endlich (The effects of secular oscillation in Egypt during the Cretaceous and Eocene Periods. Quat. Journ. of the Geol. Soc. of London. **67**. 1911. p. 118 ff.) bezeichnet ebenfalls auf der Tabelle p. 128 den Kalk als „Lower Libyan Limestone", schreibt aber auf p. 131: „In the first, of Luxor type, the shales, containing a typical fauna of small gasteropoda, pelecypoda etc., presenting a Danian character, are separated by only a few metres of **a white chalk** from more massive Eocene Limestone containing large forms of *Rhabdocidaris*, *Linthia* and *Lucina thebaica* Zitt." Danach würde also, wie Zittel vermutete, die über den Blättertonen liegende Basis des Kalkhorizontes noch der Kreide angehören!

[1] Die vorher erwähnten Untersuchungen Hume's müssen Boussac unbekannt geblieben sein, sonst würde er nicht gerade diesen Autor auf p. 110 a. a. O. als Stütze für seine Anschauungen heranziehen.

[2] Vergl. Depéret und Fischeur in: „Bulletin de la Soc. Géol. de France". III. Série. **27**. p. 697, und Louis Doncieux: „Monographie géologique et paléontologique des Corbières orientales". Annales de l'université de Lyon. Nouvelle série. Fascicule 11. 1903. p. 342.

daß, wie wir oben bemerkten, die unteren 100 m Kalk mit allergrößter Wahrscheinlichkeit noch der Kreide angehören, die an diesem Punkte nahezu versteinerungslos ist. Boussac fährt aber fort: „Die Fossilien, welche man etwa 100 m über der Talsohle findet, sind besonders Mollusken, welche ohne großen stratigraphischen Wert zu sein scheinen oder die man wenigstens zu diesem Zwecke schwer benutzen kann." (Ce sont surtout des Mollusques, qui paraissent sans grande valeur stratigraphique, ou tout au moins difficiles à utiliser[1].) P. de Loriol soll aber früher von dieser Örtlichkeit *Amblypygus dilatatus* Agassiz und *Linthia arizensis* Cotteau angegeben haben, von denen wenigstens der erstere zu den Leitfossilien des Lutétien gehöre. Was diese beiden Seeigel anlangt, so hat P. de Loriol selbst a. a. O.[2] gerade für die von Theben stammenden Exemplare Zweifel hinsichtlich der Richtigkeit seiner Bestimmungen ausgesprochen, zumal gilt dies für *Amblypygus dilatatus*, von dem der Autor selbst für das Exemplar von Theben schreibt: „toutefois il me reste encore, relativement à cet individu, quelques doutes qui ne pourront être dissipés que par la découverte d'autres échantillons bien intacts." Diese Zweifel finden sich in der von Fourtau mit Unterstützung von Victor Gauthier herausgegebenen Monographie[3] wiederholt und unterstrichen. Man muß mit sehr vorgefaßten Ansichten an ein Thema herangehen, wenn man diese — wie wir sahen — durchaus zweifelhaften Seeigelreste als ausschlaggebend betrachtet und den sonst in erster Linie als leitend betrachteten Molluskenresten den stratigraphischen Wert absprechen will. Ebenso wunderlich ist das Verfahren hinsichtlich des Gebel Haridi bei Sohag, von welchem Fourtau eine der besterhaltensten Echinidenfaunen, welche die Libysche Stufe enthält, bekannt gemacht hat[4]. Selbst wenn sich hier zwischen den zahlreichen für die Stufe charakteristischen Formen zwei mitteleocäne Typen eingestreut finden sollten, was würde dies beweisen? Denn, wie Boussac an anderer Stelle sagt[5], wieviele Arten kennt man nicht, die von den Sanden von Cuise in den Grobkalk heraufreichen?

Was nun die Molluskenfauna der Libyschen Stufe anlangt, so war ich seinerzeit[6] in der Lage, trotz ihrer im allgemeinen recht

[1] Boussac, a. a. O. p. 64.

[2] Monographie des Échinides contenus dans les couches nummulitiques de l'Egypte. Genève 1880. p. 85 und 117.

[3] Révision des Échinides fossiles de l'Égypte. Mémoires de l'Institut Égyptien. Le Caire 1899. p. 647.

[4] René Fourtau, Note sur les Échinides fossiles de l'Égypte. Le Caire 1900. p. 26 ff.

[5] a. a. O. p. 110.

[6] Zur Kenntnis alttertiärer Faunen in Ägypten. Palaeontographica. 30, 3. Stuttgart 1903—6. Vergl. u. a. p. 348.

ungünstigen Erhaltung eine Reihe von Typen aufzufinden, welche in dem oberen Niveau des Mokattam nicht mehr vorkommen und daher für die Libysche Stufe in hohem Maße charakteristisch sind. Diese Formen hat aber J. Dareste de la Chavanne[1] größtenteils in Algerien nachzuweisen vermocht; und hier finden sie sich in der Zone und in Vergesellschaftung des typischen *Nummulites planulatus*. Es wird jedem klar sein, daß Schichten mit *Nummulites planulatus* Lamk. nicht dem Lutétien angehören können, und dies zumal einem Autor, der wie Boussac von der Niveaubeständigkeit der einzelnen Nummulitenarten so überzeugt ist. Boussac scheint an anderer Stelle[2] das untereocäne Alter der algerischen Schichten mit *Nummulites planulatus* auch zuzugeben und damit sich hier auf demselben Standpunkte zu befinden, den auch Dareste de la Chavanne diesen Fragen gegenüber einnimmt. Er hält es nur nicht für erstaunlich, daß die Molluskenarten der Libyschen Stufe hier schon im älteren Niveau erscheinen. Man frägt sich dann, weshalb unter dieser Voraussetzung nicht auch die Arten des Mokattam in Algerien in diesem unteren Niveau auftreten, warum gerade und ausschließlich die Arten der Libyschen Stufe?

Aus allen diesen Erwägungen ist es für mich nicht zweifelhaft, daß die Theorie Boussac's, die Libysche Stufe Zittel's sei bereits Mitteleocän und entspräche dem Lutétien, als mit allen bisher ermittelten Tatsachen im Widerspruche unbedingt abzulehnen ist. Dagegen bin auch ich, und zwar in erster Linie aus paläontologischen Gesichtspunkten, der Ansicht, daß ein Beweis für die Theorien Zittel's von der lückenlosen Aufeinanderfolge von Kreide und Tertiär in Ägypten noch zu führen sei. Es sind bisher die Niveaus des Montien und Thanétien, mithin des Paleocän, an keiner Stelle durch charakteristische Fossilien belegt worden. Der Komplex, welcher in Algerien und Tunesien die Phosphate und mit ihnen die Wirbeltierfauna des *Dyrosaurus phosphaticus* Pomel sp. enthält, und welchen H. Douvillé[3] in das Landénien stellt, fehlt bisher in Ägypten. Das, was bisher durch Fossilien belegt ist, spricht für Gleichaltrigkeit mit der Stufe des *Nummulites planulatus* Lamk., für Londinien (= Yprésien = Cuisien). (Schluß folgt.)

[1] La région de Guelma. Étude spéciale des terrains tertiaires. Gouvernement général de l'Algérie. Bull. du service de la carte géologique de l'Algérie. II. série. 5. Alger 1910. p. 131 ff.

[2] a. a. O. p. 110. Vergl. auch J. Boussac, Études paléontologiques sur le Nummulitique alpin. Mém. pour servir à l'explication de la carte géologique de France. Paris 1911. p. 14.

[3] Roux et Henri Douvillé, „La Géologie des environs de Redeyef (Tunisie)." Bull. de la Soc. géol. de France. Quatrième série. 10. 1910. p. 655—657.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Ein neues Vorkommen von Kieseritkristallen.

Von **H. Grandinger** in Leipzig.

Mit 3 Textfiguren

Durch Vermittlung von Prof. Dr. Rinne erhielt ich von Prof. Dr. H. Precht in Hannover und Bergwerksdirektor Gräfe in Hildesheim eine Anzahl klarer bezw. weißlicher Kieseritkristalle, die dem Kalisalzvorkommen Hildesia bei Hildesheim entstammen. Die Ergebnisse der goniometrischen Untersuchung des Materials seien im folgenden kurz dargelegt.

Die Hildesheimer Kristalle sind teils, wie es in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, ausgebildet, zumeist aber stark in Richtung der Kante [110] oder [$1\bar{1}0$] gestreckt. Ihre Dimensionen betragen bei Fig. 1 in Richtung der c-Achse ca. 4 cm, bei Fig. 2 ca. 3 cm. An Flächen wurden von mir festgestellt (Fig. 3)[1]:

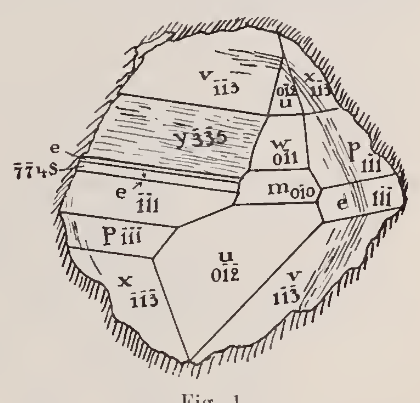


Fig. 1.

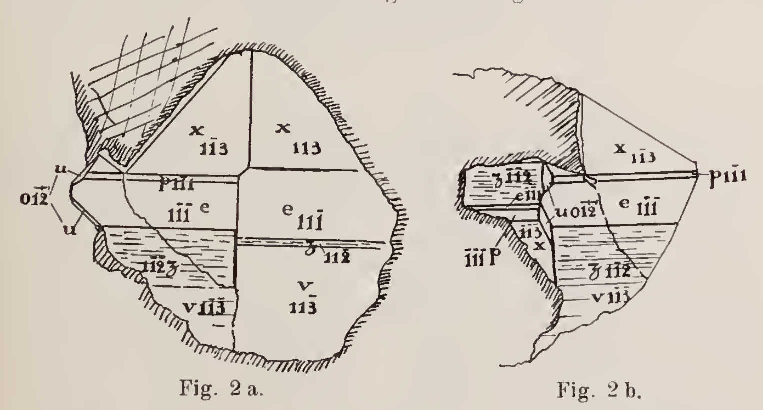


Fig. 2 a. Fig. 2 b.

p = {111}; x = {113}; e = {$\bar{1}11$}; v = {$\bar{1}13$}; y = {$\bar{3}35$};
z = {$\bar{1}12$}; u = {012}; m = {010}; w = {011}; s = {$\bar{7}74$}.

[1] Die durch einfachen Kreis angedeuteten Flächen sind von anderen Autoren festgestellt.

Von diesen sind neu: w. m. z. s. Die von Tschermak[1] gefundene Form $\{\bar{2}29\}$, ferner das auch von Bücking[2] festgestellte t = {101} treten an den Hildesheimer Kristallen nicht auf, ebensowenig die bei den von Bücking untersuchten Kristallen in den Hintergrund tretende Gestalt c = {001}.

e und v sind, wie bei den Hallstätter und Westeregelner Kristallen, glatt und liefern gute Signale. Weniger gut ausgebildet zeigen sich im allgemeinen die p- und x-Flächen; oft sind sie etwas schlierig. p, e und x sind stets vorhanden, v fast immer. In vielen Fällen tritt noch z hinzu. Diese Fläche, die immer

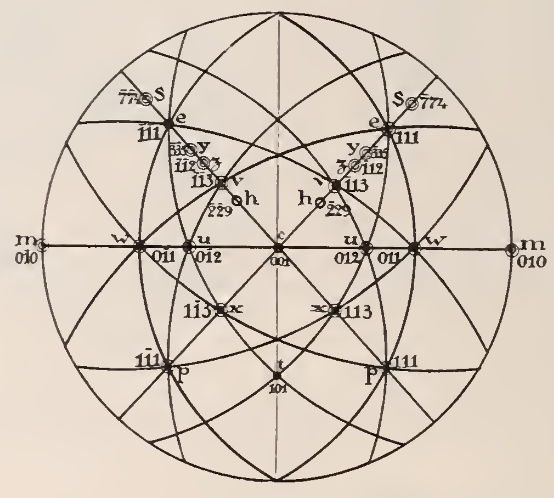


Fig. 3.

gewölbt und parallel den Kanten der Zone gestreift ist, daher also nur Handmessungen gestattet, verdrängt dann v oft ganz. Große Kristalle neigen überhaupt in der Zone der Kante [110] oder [1$\bar{1}$0] zur Bildung von Vizinalflächen, die dann fast immer gestreift sind. Nicht selten treten die Flächen u und w auf. Sie sind gut ausgebildet, u sehr glatt und spiegelnd, manchmal sehr groß und dann mit ganz feiner Strichelung parallel der Zonenachse, w weniger glatt und etwas gestreift in derselben Richtung. Hauptsächlich an gedrungeneren Kristallen (Fig. 1) zeigt sich das seitliche Pinakoid m; seine Oberfläche ist etwas drusig mit aufgewölbten Kanten. s (Fig. 1) trat nur einmal auf. Es bildete mit einer e-Fläche einen einspringenden Winkel. Die Oberfläche war uneben und gab nur

[1] Ber. d. Ak. Wien. **63**. (1.) 317. 1871.

[2] Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. Wiss. Berlin 1895.

einen undeutlichen Reflex. Der gemessene Winkel entsprach ziemlich gut der Gestalt {774}.

Auch an den Hildesheimer Kristallen finden sich die von Tschermak erwähnten Zwillingslamellen in polysynthetischer Wiederholung. Die optische Untersuchung zeigt keine Symmetrie zu der Verwachsungsebene; sie ist an den Hildesheimer Kristallen um $9-10^{0}$ steiler als p, was annähernd einer Fläche {221} oder $\{2\bar{2}1\}$ entspricht. Die Zwillingsachse liegt, wie Tschermak am Hallstätter Material auch fand, in p, und zwar hat sie nach meinem Dafürhalten die Richtung der Kante [110] oder $[1\bar{1}0]$. Die in Rede stehende Zwillingsbildung nach [110] im Zusammenhang mit der prismatischen Erstreckung der betreffenden Kristalle in Richtung der Zwillingsachse ist von allgemeinem Interesse: es zeigt sich auch hier (wie z. B. beim Periklingesetz) eine Korrelation zwischen Zwillingsbildung und bevorzugtem Wachstum.

Die von Bücking erwähnten lazulithähnlichen Zwillinge nach der Basis lagen vermutlich in 2 Exemplaren vor. Gewißheit hierüber zu erlangen, war ohne optische Untersuchung nicht möglich, von der zur Schonung des Materials abgesehen werden mußte.

Die folgenden Berechnungen basieren auf den von Bücking festgelegten Werten: $a : b : c = 0{,}9046 : 1 : 1{,}7739$ und $\beta = 88^{0}\,52\frac{1}{2}'$.

		Berechnet	Gefunden[1]
e : e	$\bar{1}11 : \bar{1}\bar{1}1$	78° 10′	78° 10′
p : p	$111 : 1\bar{1}1$	77 16½	77 8½
x : x	$113 : 1\bar{1}3$	52 25½	52 9½
e : v	$\bar{1}11 : \bar{1}13$	28 16	28 20
p : x	$111 : 113$	27 32	27 29½
p : e	$111 : 11\bar{1}$	41 26	41 35
e : p	$\bar{1}11 : 111$	87 51	88 —[1]
u : v	$012 : \bar{1}13$	31 17½	31 7
u : p	$012 : 111$	46 32½	46 29
u : e	$012 : \bar{1}11$	47 37½	47 37
v : e	$\bar{1}13 : 1\bar{1}1$	71 29	71 17½
e : y	$\bar{1}11 : \bar{3}35$	11 23	11 30
u : w	$012 : 011$	19 1	18 49
u : m	$012 : 010$	29 25	29 30
e : z	$\bar{1}11 : \bar{1}12$	16 35	17 —
e : s	$111 : \bar{7}74$	8 46	8,5 —

Institut für Mineral. u. Petrogr. d. Universität Leipzig.

[1] Die Winkel ohne Minutenangabe sind Handmessungen.

Zu H. Leitmeier's Artikel: Zur Kenntnis der Carbonate. II.

Von **K. A. Redlich** in Prag.

Vor kurzem hat H. Leitmeier[1] in einer Studie „Zur Kenntnis der Carbonate" auch die Bildungsmöglichkeit der Magnesite kritisch beleuchtet. Ich will aus dieser Arbeit nur das Kapitel der kristallinen Magnesite herausgreifen, in welchem die metamorphe Natur derselben abermals bezweifelt wird und Entstehungsmöglichkeiten angenommen werden, die im Widerspruch zur Naturbeobachtung stehen.

Herr Leitmeier geht von meinen Typen der Magnesitlagerstätten, die im Jahre 1909 erschienen sind, aus, und übergeht die ganzen späteren Arbeiten der Jahre 1913[2] und 1914[3], obwohl sie ihm doch bekannt sein mußten, da er selbst bei dem Vortrag über diesen Gegenstand in der 6. Jahresversammlung der Deutschen mineralogischen Gesellschaft anwesend war. Im Jahre 1909 habe ich folgende Gleichungen für die Bildung der Magnesite der Veitsch aufgestellt:

$$CaCO_3 + MgCO_3 = CaMg(CO_3)_2.$$

$$CaMg(CO_3)_2 + MgCO_3 = 2\,MgCO_3\,CaCO_3.$$

Über diese Gleichungen sagt Leitmeier: „Jedenfalls könnte aber die Bildung des Magnesites durch Dolomit als Zwischenstufe etwas gezwungen erscheinen. Viel wahrscheinlicher könnte es vom Standpunkte des Chemikers scheinen, daß sich durch die Einwirkung irgend eines Magnesiumsalzes auf den leichter löslichen Calcit direkt der Magnesit gebildet hat. Durch das Eindringen einer Lösung von Magnesiumcarbonat auf das leichter lösliche Calciumcarbonat, also ein Salz mit einem gemeinschaftlichen Ion, ist die Löslichkeit für das an und für sich schwerer löslichere Magnesiumcarbonat verringert worden, es mußte sich dieses Carbonat auf Kosten des Calciumcarbonates ausscheiden; dieser Prozeß nun kann sich so lange wiederholen, bis kein Calciumcarbonat mehr vorhanden ist, ein Vorgang, der gerade in schwach zirkulierenden Wässern leicht denkbar wäre. Für eine solche Bildung spricht auch sehr der Umstand, daß sich im kristallisierten Magnesit, dem sogen. Pinolitmagnesit, stets ein sehr geringer Prozentsatz Calciumcarbonat beigemengt findet, der an Größe vollkommen der geringen Menge Magnesiumcarbonat entspricht, welche mit der Menge des Magnesiumcarbonates, die dem Calcit beigemengt sein kann, übereinstimmt. Man hat somit vom Calciumcarbonat zum Magnesiumcarbonat eine

[1] Hans Leitmeier. Zur Kenntnis der Carbonate. II. p. 1. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil-Bd. XL. p. 655.

[2] K. A. Redlich und O. Grosspietsch, Die Genesis der kristallinen Magnesite und Siderite. Zeitschr. f. prakt. Geol. **21**. Jahrg. 1913. Heft 2.

[3] K. A. Redlich, Die Bildung der Magnesite und sein natürliches Vorkommen. Fortschritte der Mineralogie etc. Über Auftrag der mineral. Gesellschaft. **4**. 1914. p. 10.

isomorphe Reihe mit sehr beschränkter Mischbarkeit, wie sie im Mineralreiche so häufig sind. Das Doppelsalz Dolomit konnte sich daneben bei einer ganz bestimmten Konzentration bilden, die ab und zu verwirklicht erscheint, „dann bildet sich die geringe Menge Dolomit", die z. B. in der Magnesitlagerstätte des Sattlerkogels in der Veitsch in Steiermark stets zu beobachten ist".

Nun habe ich bereits in meiner Arbeit 1913 und 1914 das gleiche gesagt, nachdem Grosspietsch und ich auf Grund des analytischen Materiales die größere Wahrscheinlichkeit des Vorganges erkannt hatten, daß sich erst Magnesit, dann — vielleicht aber auch fast gleichzeitig — Dolomit nach den folgenden Gleichungen gebildet haben.

I. $CaCO_3 + MgH_2(CO_3)_2 = MgCO_3 + CaH_2(CO_3)_2$.

II. $CaH_2(CO_3)_2 + MgH_2(CO_3)_2 = CaMg(CO_3)_2 + 2H_2O\,2CO_2$.

Die mir seinerzeit nach dieser Richtung gesprächsweise gegebene Anregung Leitmeier's habe ich vollinhaltlich in meine Arbeit des Jahres 1913 aufgenommen.

Wenn Leitmeier zum Schluß des obenerwähnten Kapitels von den geringen Mengen Dolomit, die z. B. in der Magnesitlagerstätte des Sattlerkogels in der Veitsch zu beobachten sind, spricht, so ist dies eine große Vernachlässigung einer äußerst wichtigen Naturbeobachtung, die nicht nur für die Theorie, sondern auch für die Praxis einige Bedeutung hat, da in der Veitsch mindestens 50 % reiner Dolomit in der Gesamtheit der Lagerstätte auftritt.

Weiter sagt Leitmeier: „Nimmt man eine marine Bildung des Magnesites, so kann man sich die Einwirkung des Magnesiumchlorides oder Magnesiumsulfates auf die vorgebildeten Calciumcarbonate denken. Auch bei diesen kann sich in der früher angegebenen Weise das Magnesiumcarbonat bilden. So kann durch Konzentrationswechsel an $MgCl_2$ und $CaCl_2$ einmal das eine, einmal das andere Carbonat entstehen, auch der Umstand findet darin seine Erklärung, daß sich so oft Mg-haltige Kalksteine bilden. Wenn nun gerade die Konzentration die entsprechende ist, so wird sich auch das Doppelsalz abscheiden, das ja als das energieärmste Mineral dieser Gruppe wiederum ein Bildungsbestreben hat. Daher findet man in den dolomitischen Gesteinen oft reine Dolomiteinlagerungen."

Auch dieser Erklärungsversuch ist nicht neu, er wurde von mir und Görgey[1] für den Typus Hall gegeben, für den er wohl am Platze ist, nicht aber für den Typus Veitsch. Das Fehlen jeglicher Sulfate (Gips und Anhydrit) in der Veitsch etc. spricht gegen die Bildung aus Magnesiumsulfat. Die primären Sulfide sind äußerst sporadisch, so daß sie gewiß nicht als Residua des

[1] R. Görgey, Zur Kenntnis der Kalisalzlager von Wittelsheim. Tscherm. Min. u. petr. Mitt. **31**. p. 389.

Magnesiumsulfates angesehen werden können, die Gangtrümmer im Magnesit mit Fahlerz etc. stehen aber mit der eigentlichen Bildung des Magnesitstockes nur in indirektem Zusammenhang.

Viel eher könnte man an Magnesiumchlorid denken. Warum ich diese auch aus dem Laboratorium bekannte Bildungsweise nicht gewählt habe, hat seinen Grund in dem Umstand, daß bei den metamorphen Lagerstätten des $MgCO_3$ und $FeCO_3$ Gangfüllungen eine große Rolle spielen, die wohl am ungezwungensten aus dem direkten Absatz des Magnesium- bezw. Eisenbicarbonats erklärt werden können. Ist nun die Gangausfüllung aus dem Bicarbonat entstanden, dann wird wohl auch die nachbarliche Umbildung diesem Prozeß ihre Entstehung verdanken.

Aus dem Folgenden klingt der Gedanke der Sedimentbildung durch, ähnlich der direkten Dolomitbildung im Meere. Dieser Annahme widersprechen alle von mir gemachten Beobachtungen an den Magnesitlagerstätten der Alpen. Die Umwandlung von Crinoidenstielgliedern, welche entweder in der kalkigen Urform oder als Dolomit und Magnesit in der Lagerstätte selbst auftreten etc. etc., stehen im direkten Widerspruch zu diesem Erklärungsversuch. Die Möglichkeit des Auftretens solcher Magnesittypen, wie sie Leitmeier annimmt, zwingt uns um so mehr, die einzelnen Typen auseinanderzuhalten und nicht sie zusammenzuwerfen.

Eine neuere Beobachtung, daß sogar Konglomerate der Werfener Schiefer der allmählichen Ersetzung durch magnesiahaltige Eisencarbonate [1] unterliegen, mag hier als Beweis für die spätere Metamorphose noch eingeschaltet werden. Die enormen Magnesialösungen, welche zur Bildung der Magnesitlagerstätten notwendig sind, dürfen uns nicht mehr in Erstaunen setzen, als die riesige Menge, welche zur Bildung der Gänge des Siegenerlandes etc. etc. notwendig waren. Auch die Lösungsverhältnisse, wie sie aus den Laboratoriumsversuchen hervorgehen, sind mir und Grosspietsch wohl bekannt gewesen, wie weit sie sich auf die geänderten Verhältnisse in der Natur anwenden lassen, ist derzeit noch nicht festzustellen.

Kurz wiederholt kann gesagt werden, daß die im Laboratorium bis jetzt gefundenen Synthesen, wie sie Leitmeier in seiner Arbeit rekapitulierend anführt, in keiner Weise mit der Naturbeobachtung übereinstimmen, daß für die von Leitmeier angegebenen Möglichkeiten schon lange von mir einzelne Typen gefunden wurden, bei dem Typus Veitsch aber die einzige Erklärungsmöglichkeit die Metamorphose im Verein mit Gängen ist. Die bis jetzt hypothetischen Schlußgleichungen werden wohl erst durch das Experiment unter Hinzuziehung der Naturbeobachtung zu finden sein, eine Arbeit, die, wie Leitmeier selbst sagt, noch nicht gelungen ist.

[1] K. A. Redlich, Der steirische Erzberg. Mitt. d. geol. Ges. in Wien. 9. 1916. Heft 1.

Über das Alter der Libyschen Stufe Zittel's
und eine neue *Stephanophyllia* (*St. Schweinfurthii* n. sp.) aus den Blättertonen des Danien in Ägypten.

Von **Paul Oppenheim**.

(Schluß.)

Es war vorher wiederholt von den Blättermergeln von Theben, dem „cinquième étage" DELANOÜE's die Rede. Ich habe im Jahre 1901 die Faunula dieser Schichten eingehend behandelt [1] und nachgewiesen, daß es sich in ihnen um Danien handle. Dieses Resultat ist also auf mich zurückzuführen, nicht auf WANNER, QUAAS und BLANCKENHORN, wie BOUSSAC [2] schreibt. Es sind seither durch weitere Aufsammlungen — zumal von SCHWEINFURTH's und BLANCKENHORN's Seite — schon seit dem Jahre 1906 neue Materialien aus diesem Komplexe in meine Hände gelangt, welche, des Wiederholten inzwischen vorgenommen und immer wieder hinter dringenderen Arbeiten zurückgestellt, nunmehr endlich hier im folgenden ihre Behandlung finden sollen. Eine neue, recht interessante *Stephanophyllia* aus diesem Komplexe wird am Schlusse zu eingehenderer Darstellung gelangen [3]. Die Bemerkungen zu den einzelnen Arten gebe ich in der Reihenfolge meiner früheren Arbeit und setze als Fußnote den Hinweis auf diese. Eine Veränderung der von mir früher a. a. O. erlangten Resultate, denen zufolge die Fauna dieser Blättermergel eine spezifisch und ausschließlich cretacische ist, wird, wie ich vorausschicke, durch diese neuen Formen nicht herbeigeführt. —

Aturia praeziczac [4]. Es liegt eine weitere allerdings nahe verwandte Aturienart vor, welche sich durch größere Wölbung und geringere Tiefe des Laterallobus auch von gleichgroßen Individuen der *A. praeziczac* gut unterscheidet. Ich besitze von dieser Form, welche ich *A. thebensis* nenne, allerdings nur zwei kleine, aber sehr wohlerhaltene Exemplare, deren Mündung 7 mm breit und nur 4 mm hoch ist, während ich bei gleichgroßen Stücken der häufigen Form nur 5 : 4 mm messe. Die großen Stücke meiner Sammlung gehören alle der hochmündigen Art an.

[1] Über die Fossilien der Blättermergel von Theben. Sitzungsber. der Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch. Math.-phys. Kl. **32**. 1902. München 1903. p. 435 ff.

[2] a. a. O. p. 64. — Vergl. auch meine kurze Entgegnung a. a. O. p. 107 ff.

[3] Die Abbildung dieser interessanten Form wird aus technischen, mit den Kriegsverhältnissen im Zusammenhange stehenden Gründen im Neuen Jahrbuche f. Min. etc. erfolgen.

[4] a. a. O. p. 436. T. VII Fig. 1—3.

Neaera aegyptiaca Opph.[1]. Neben mehreren Steinkernen besitze ich neuerdings ein relativ gut erhaltenes Schalenexemplar. Die Oberfläche trägt erhabene, sehr gedrängte, ziemlich gleiche Anwachskämme, die auf dem kurzen Flügel mehr auseinanderrücken. Radialskulptur ist sicher nicht vorhanden.

Scalaria desertorum Wanner[2]. Die mir in vier, größtenteils beschalten Stücken vorliegende Type ist neu für die Blättertone von Theben. Ein Exemplar erreicht die verhältnismäßig bedeutende Höhe von 25 mm. Die Spiralrippen sind gelegentlich sehr deutlich. Die Längsskulptur scheint bei dem größten Exemplar stärker entwickelt und ihre einzelnen Elemente gedrängter zu stehen, was aber augenscheinlich nur eine Folge des Absatzes sekundären Brauneisensteins ist. Soweit an dem einen Stücke erkennbar, scheint Diskus und Wulst zu fehlen. Das letztere Moment scheint auch Wanner beobachtet zu haben, da er von einem einfachen inneren Mundsaum spricht. Dagegen schreibt er, daß die Basis längs eines spiralen Kieles von der Oberfläche absetze, was, wenn es sich bewahrheitete, für die Anwesenheit eines Diskus sprechen würde. Ich kann diesen Kiel an meinem Exemplare nicht mit Deutlichkeit erkennen.

Cossmann rechnet[3] unsere Form mit Wahrscheinlichkeit zu der Gattung *Acrilla* H. u. A. Adams, mit deren eocänen Typen, der *Scalaria reticulata* Sol.[4] und *S. gallica* de Boury[5], sie allerdings habituell manche Ähnlichkeit besitzt. Sollte sich das Fehlen von Diskus und Wulst bestätigen, so wäre sie nur an die Seite der bisher allerdings ausschließlich rezenten Sektion *Limiscala* de Boury[6] zu stellen, die andererseits aber in ihrer mehr untersetzten Gestalt durchaus abweicht.

Alaria sp.[7]. Zahlreiche Steinkerne, durchaus den Angaben bei Quaas entsprechend. Ein neues Bindeglied zwischen der Fauna der Blättertone von Theben und derjenigen der Libyschen Wüste.

Marginella (Stazzania) cretacea n. sp. Schale klein, sehr gedrungen, mit ebenem Embryonalende, vorn deutlich zugespitzt, mit sehr ausgesprochenem, schief nach der Seite gedrehtem vorderen Kanale; vier sehr konvexe, von linearen Nähten

[1] a. a. O. p. 441. T. VII Fig. 6—6 a.

[2] Vergl. J. Wanner, „Die Fauna der obersten weißen Kreide der Libyschen Wüste“. Palaeontographica. 30. 2 1902. p. 91 ff. Vergl. p. 126. T. XVIII Fig. 16, und A. Quaas, „Die Fauna der *Overwegi*-Schichten und der Blättertone in der Libyschen Wüste“. Palaeontographica. 30, II. p. 153 ff. Vergl. p. 243. T. XXXII Fig. 29.

[3] „Essais de Paléoconchologie comparée.“ 9. 1912. p. 58.

[4] Cossmann, a. a. O. T. III Fig. 7.

[5] Cossmann, ebendort. T. III Fig. 12—13.

[6] Cossmann, a. a. O. T. IV Fig. 33—36.

[7] Quaas, a. a. O. p. 265. T. XXXIII Fig. 38—40.

getrennte Windungen, die doppelt so breit als hoch sind und deren letzte, nach außen stark hervorragende, ebenfalls über das Doppelte der Spira mißt. Außenrand sehr verdickt und umgeschlagen; Mündung schmal und niedrig, vorderer Kanal schief abgestutzt, hinten ganzrandig; Columella mit den Spuren einiger Falten, die möglicherweise sich außen auf dem Spindelbleche teilen; vielleicht auch ein Zahn am Außenrande. Höhe 8½, Breite 4 mm.

Es ist dies bisher einer der ältesten [1] Vertreter der Gattung. Nur Pervinquière [2] hat bisher aus etwa gleichaltrigen Bildungen vom Garat Temblili bei Ghadames in Südtunesien eine weitere *Marginella (Gibberula) aramantica* beschrieben, die in die Nähe der *M. ovulata* Lk. des Pariser Beckens, also in eine gänzlich verschiedene Sektion gehört und als Art jedenfalls durchaus abweicht.

Pecten (Parvamussium) sp. Der Steinkern eines kleinen, glatten *Pecten* mit annähernd gleichen, gewölbten Klappen und beiderseits sieben Rippen. Höhe nur 7, Breite 9 mm. Am nächsten steht der untereocäne *P. squamula* Lamk., für welchen Cossmann [3] aber 8—9 innere Rippen angibt. Sacco [4] nennt diese letztere Art auch aus der Kreide und verwechselt sie hier augenscheinlich mit *Pecten inversus* Nilsson [5], der aber 15—16 innere Rippen besitzt und sich durch dieses Merkmal, wie schon Nilsson [5] richtig betont, von dem eocänen *Pecten squamula* Lk. unterscheidet. Die Unterschiede zwischen diesen verwandten Formen finden sich auch bei Wood [6] wie bei mir selbst [7] eingehender behandelt. In den Arbeiten von Wanner und Quaas findet sich keine derartige Form aufgeführt. Auch E. Philippi hat die ganze Gruppe in seiner ausgezeichneten Stammesgeschichte der Pectiniden nicht behandelt [8].

Pleurotoma libyca Quaas [9]. Drei Exemplare, von denen zwei mit Sicherheit hierher gehören, das dritte, kleinste und

---

[1] Vergl. M. Cossmann, „Paléoconchologie comparée". III. 1899. p. 79 u. 88.

[2] Vergl. „Études de Paléontologie tunésienne". II. Paris (Régence de Tunis, Direction générale des Traveaux publics) 1912. p. 82. T. V Fig. 8—9.

[3] Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'éocène des environs de Paris. II. p. 188.

[4] I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte e della Liguria. **24**. 1897. p. 49.

[5] Petrificata Suecana. Londini Gothorum 1827. p. 24. T. IX Fig. 18.

[6] A monograph of the eocene mollusca etc. of England. London, Palaeontographical society, 1861. p. 44—45.

[7] Über einige alttertiäre Faunen der österreichisch-ungarischen Monarchie. Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients. **13.** 1901. p. 231 (87).

[8] Vergl. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1900. p. 64 ff.

[9] a. a. O. p. 294. T. XXVII Fig. 17, T. XXXIII Fig. 22.

jüngste zugleich, zeigt breitere Knoten an der Naht und auf dem Kiele und ist daher nur mit Vorbehalt hierherzustellen.

Ich halte es für fraglich, ob Formen mit einem so zurücktretenden Sinus wie die vorliegende, und die zugleich geologisch so alt sind, zu der mehr modernen Sektion *Surcula* H. u. A. Adams zu ziehen sind. Aus dem Paleocän von Kopenhagen beschrieb von Koenen Typen, welche in diesem Punkte gleichen, so besonders *Pl. inconspicua* v. Koenen[1].

Palaeopsammia Zitteli Wanner[2]. Mir liegen auch jetzt nur Gestalten vor, wie sie Wanner[3] abbildet, d. h. kleine, breite, niedergedrückte, schüsselförmige Gestalten, bei denen übrigens die Epithek gänzlich fehlt. Diese sehr wohl erhaltenen Individuen, von denen ich elf augenblicklich vor mir habe, entsprechen durchaus meiner früheren Figur 18; mehr kreiselförmige Typen, wie das damals auf Fig. 17 gezeichnete, haben die neueren Aufsammlungen nur in geringerem Maße und schlechterer Erhaltung ergeben. Dies vorausgeschickt, bemerke ich ferner, daß ich von einer randlichen Zerteilung der Septen, wie sie Wanner a. a. O. behauptet und auf Fig. 4 a. a. O. zu zeichnen unternimmt, bei meinen Stücken nichts wahrnehme. Die Septen sind hier am Rande unregelmäßig durchlöchert und mehr trabekulär. Man kann hier vielleicht bei undeutlichen Bildern auf eine Zerteilung schließen. Diese ist aber schon deshalb ausgeschlossen, weil das Septum in seiner verhältnismäßig sehr großen Breite — und zwar in der ganzen Ausdehnung — in die Rippe übergeht. Ich halte daher die ohnehin etwas unnatürliche Zeichnung, welche die Beschreibung Wanner's begleitet (a. a. O. Fig. 4) in diesem Punkte für verfehlt, und werde in dieser Annahme noch dadurch bestärkt, daß Fig. 10 auf T. XXXI bei Quaas, welche jedenfalls generisch Gleiches darstellen soll, nichts von dieser randlichen Septalteilung erkennen läßt. Allerdings sind diese von Quaas gezeichneten Formen auch sonst sehr abweichend gebaut. Sie wechseln ungemein in der Gestalt und lassen — auf der Abbildung wenigstens — nichts von dem trabekulären Charakter der Septocostalien erkennen. Man würde daher unter Umständen geneigt sein, sie bei ganz anderen Formen unterzubringen, wenn nicht der Verfasser ausdrücklich — allerdings nur an einer Stelle auf p. 161 — von der „netzförmig unregelmäßigen Anordnung der Wandbälkchen“ sprechen würde. Ich glaube aber trotzdem annehmen zu dürfen, daß hier mehrere Formen miteinander vermengt wurden. Der Verfasser spricht selbst von 600 Individuen, die ihm ausschließlich aus dem Blättertone

[1] Über eine paleocäne Fauna von Kopenhagen. Abhandl. d. Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1885. p. 33. T. II Fig. 4.

[2] Vergl. meinen Aufsatz, a. a. O. p. 448. T. VII Fig. 17—18 a.

[3] a. a. O. T. XV Fig. 3—4.

zur Verfügung standen, und ich weiß aus eigener Erfahrung, daß es nicht leicht ist, hier die Formen auseinanderzuhalten, und dies selbst für ein an Korallen geübtes Auge. Unter den mir jetzt zur Verfügung stehenden Formen, wie auch unter den früheren (vergl. a. a. O.) habe ich selbst nicht die Vielgestaltheit beobachten können, von der Wanner und Quaas sprechen. Aus den bei der ersten flüchtigeren Sortierung zu unserer Art gelegten Materialien hat sich später, auch auf Grund der Septalstruktur, alles aussondern lassen, was nicht die niedrige, schüsselförmige Gestalt der Type besaß. Es bleibt nur die von mir selbst auf Fig. 17 dargestellte Type übrig, und bei dieser hege ich jetzt selbst Zweifel, daß sie nicht hierher gehört, sondern vielleicht mit dem von Quaas in Fig. 10 abgebildeten Stücke, falls dieses wirklich zu *Palaeopsammia* gehört, eine Form für sich bildet. Ob diese Art dann mit der im wesentlichen weit schmäleren *P. multiformis* Wanner spezifisch übereinstimmt, wäre eine weitere, noch offene Frage. An und für sich finde ich diese Type durchaus nicht so „multiform", wie Wanner angibt, sondern die Verschiedenheit in der Ausbildung der einzelnen Individuen in einem gut abgeschlossenen Bauplane bedingt. Es scheint sich hier, trotz gelegentlicher Verzerrungen, im wesentlichen auf steil nach aufwärts wachsende, schmale Individuen zu handeln.

Ich bin auf diese Verhältnisse näher eingegangen, nicht nur, weil mir selbst die Abgrenzung dieser Formen manche Schwierigkeit bereitet hat, sondern auch, weil Hume[1] der Möglichkeit Raum gibt, daß sich *P. multiformis* und *Zitteli*, sei es faziell, sei es stratigraphisch, gegenseitig ausschließen könnten. Dagegen würde allerdings sprechen, daß beide Arten von Wanner[2] aus der „Wüste zwischen den Oasen Farafrah und Dachl" angegeben werden.

Pattalophyllia aegyptiaca Wanner sp.[3]. Das neue, sehr große Material, welches mir nunmehr von dieser in dem Blätterton von Theben häufigsten Koralle vorliegt, beweist vor allem, daß diese Form regelmäßig eine dichte, dicke Epithek besitzt, welche sich als fortlaufende, die Rippen verhüllende Decke bis an den Sternrand verfolgen läßt. Sie ist gedrängt warzig gekörnelt, und die Rippen treten mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit unter ihr hervor. Gelegentlich ist dieses Moment so stark, daß man nur unregelmäßige, mehr reihig gekörnelte Rippen vor sich zu haben glaubt, und es gehört der Vergleich einer großen Reihe von Stücken dazu, um hier zur Klarheit zu gelangen. Die Gestalt der Type ist im übrigen sehr wechselnd,

---

[1] a. a. O. p. 127.

[2] a. a. O. p. 105.

[3] a. a. O. p. 99. T. XIV Fig. 1. — Quaas, a. a. O. p. 111—159. — Mein früherer Aufsatz p. 449. T. VII Fig. 10—10b.

meist ist sie niedrig kreiselförmig; doch gibt es auch mehr scheibenförmige Individuen, welche dann *Brachycyathus daniensis* Wanner[1] hin vermitteln.

Was die generische Stellung der häufigen Form anlangt, so waren mir selbst nach meiner früheren Publikation Zweifel gekommen, ob sie nicht doch bei den Turbinoliden einzureihen sei, zu welchen sie habituell so gut hinpaßt. Ich glaube mich aber von neuem überzeugt zu haben, daß der freie Rand ihrer Septen in grobe Körner zerschnitten ist; demnach muß es also bei meiner früheren Bestimmung sein Bewenden haben.

Pattalophyllia epicharis Wanner sp.[2]. Mehrere Stücke, an der gleichmäßig halbkugeligen Gestalt und der starken Körnelung der Rippen gut zu unterscheiden. Die Form steht der vorhergehenden so nahe, daß ich früher in ihr[3] nur ein Jugendstadium von dieser vermutet habe. Sie scheint sich aber doch durch das Fehlen der Epithek und durch die stärkere Körnelung der Rippe unterscheiden zu lassen.

Notidanus microdon Ag.[4]. Die artliche Bestimmung rührt von Herrn Prof. Dr. Edwin Hennig her. Die Form ist leitend für die obere Kreide, in welcher sie sich in England, Sachsen und Böhmen findet. Aus Ägypten wurde sie bisher weder von Wanner noch von Quaas angegeben; aus dem Alttertiär sind zu verwechselnde Formen nicht bekannt.

Stephanophyllia Schweinfurthi n. sp.

? = *St. discoidea* M. Edw. u. H. d'Archiac, Constitution géologique des environs de Thèbes. a. a. O. p. 707 u. 714.

Fundort: Schech abd el Durna und Chor el Asab bei Theben (Ober-Ägypten).

Polypar verhältnismäßig klein, schüsselförmig, unten mäßig gewölbt, oben flach. Die Basis zeigt keine Spur einer Anheftung. Sie trägt etwa 5 Zyklen von Rippen, von denen die ersten 12 zum Mittelpunkt gelangen. Der dritte und vierte Zyklus verbinden sich schon nahe dem Zentrum mit dem Hauptseptum. Der fünfte ist mehr auf die Peripherie beschränkt. Zwischen den Rippen verlaufen bogenförmig gedrängte Synaptikel, welche die Gestalt eines „accent circonflexe“ besitzen, dessen Scheitel der Mitte zugewandt ist. Sie schließen deutliche Wandporen zwischen sich ein. Die

[1] a. a. O. p. 98. T. XIII Fig. 10.

[2] a. a. O. p. 99. T. XIV Fig. 5—7. — Quaas, a. a. O. p. 158.

[3] a. a. O. p. 450.

[4] Dixon, Geology of Sussex. London 1850. T. 30 fig. 30. — Arthur Smith Woodward, On the Genus *Notidanus*. Geolog. Magazine. (III) 3. p. 213. T. VI fig. 10—15, und derselbe: Catalogue of the fossil Fishes in the British Museum (Nat. Hist.) I. London 1889. p. 160.

Mitte der etwas unregelmäßigen, seitlich stark konvex ansteigenden Oberseite wird von einer sehr deutlich ausgesprochenen, oblongen, stark in die Quere ausgezogenen Kelchgrube eingenommen. Die Septen springen nicht über den Rand hervor; sie sind auffallend kräftig und ziemlich gleich stark entwickelt. Ihr freier Rand ist in einzelne grobe Körner zerschnitten. Die seitlichen Verbindungen sind zumal gegen die Peripherie hin deutlich. 24, also drei Zyklen, gelangen bis zur Mundspalte. Die letztere ist bei jugendlichen Individuen schwächer ausgebildet, auch ist hier die Oberseite konvexer. Das nach Analogie mit den übrigen Arten des Geschlechtes sehr wahrscheinliche Vorhandensein der Achse läßt sich an den vorhandenen Materialien nicht mit Sicherheit feststellen. Die Breite ist im Durchschnitt 10 mm bei 3—4 mm Höhe. Ein Exemplar erreicht sogar den Durchmesser von 15 mm.

Milne Edwards und Haime haben[1] unter den Stephanophyllien zwei Gruppen unterschieden. Die einen, die eigentlichen Stephanophyllien, sollen eine deutlich ausgesprochene Kelchgrube besitzen, dazu eine Columella und eckige und zerrissene Septen; sie seien Fossilien des Tertiärs. Die anderen, welche sie linsenförmige Stephanophyllien, Stéphanophyllies lentilles, nennen, und für welche d'Orbigny das Geschlecht Discopsammia[2] aufgestellt hat, hätten eine oberflächliche oder gar keine Kelchgrube, die Columella sei ganz rudimentär, die Septen abgerundet und mit fein gezähneltem Rande versehen; diese seien Fossilien der Kreide. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Autoren hier ihre Gliederung nicht ganz streng und durchgreifend innegehalten haben, indem ihre Discopsammien oder Stéphanophyllies lentilles eine Art unter sich bergen, die *St. radiata* Goldf.[3] aus dem Untersenon von Aachen, welche eine große Kelchgrube und eine wohlentwickelte Columella besitzen soll. Immerhin sind im großen und ganzen beide Gruppen voneinander zu trennen. Es ist einleuchtend, daß die Art von Theben sich im großen und ganzen mehr der zweiten Gruppe, den Discopsammien, anschließt, und sie würde, da ihre Septen denen dieser Untergruppe gut entsprechen, und sie andererseits eine Kelchgrube, wie die typischen Stephanophyllien, besitzt, sich am passendsten in die Nähe der *St. radiata* Goldf. aus dem Untersenon von Aachen stellen, während sie hinsichtlich der Synaptikel auf der Unterseite wieder Beziehungen zu der *St. clathrata* Hagenow aus der oberen Kreide von Rügen darbieten würde; diese letztere, für welche man am ersten an eine Identität zu denken versucht sein könnte, unterscheidet sich indessen schon durch das gänzliche

[1] Histoire naturelle des Coralliaires. III. p. 109.

[2] a. a. O. p. 111. Vergl. auch d'Orbigny, Note sur les polypiers fossiles. 1849. p. 10.

[3] a. a. O. p. 111—112. — Goldfuss, Petr. Germ. I. p. 47. T. XIV Fig. 1.

Fehlen der Mundspalte; HAGENOW[1] gibt selbst an: „eine Querfurche ist kaum bemerkbar". Diese beiden Kreidearten scheinen übrigens sehr selten und im allgemeinen noch recht ungenügend bekannt zu sein. Die letztere, die Art von Rügen, wird von DEECKE[2] in seinem Verzeichnis der Kreideversteinerungen des dortigen Senon nicht einmal mehr zitiert.

Es geht immerhin das eine aus den obigen Ausführungen hervor, daß diese *Stephanophyllia*, welche man gar zu leicht geneigt sein könnte, als ein tertiäres Element in der Fauna der Blättermergel von Theben aufzufassen, dieses keineswegs ist, sondern ihrerseits einer Reihe angehört, welche in der unteren Kreide von Dover (Gault) einsetzt und dann weiter im Senon vertreten ist. Die Form bildet also geradezu ein ausgesprochenes Kreideelement in unserer Fauna. Es verdient dies um so mehr hervorgehoben zu werden, als D'ARCHIAC[3] sie restlos mit der *St. discoidea* oder besser *discoides* MILNE EDWARDS und HAIME[4] aus dem Londontone vereinigt und in ihr geradezu ein Bindeglied sieht, welches die Mergel an den Ufern des Nils mit den Tonen im Becken der Themse vereinigt. Die starken Unterschiede in der Gestalt wie im Verhalten der Septen und der Kelchgrube[5] dürften durch den Vergleich der hier gegebenen Beschreibung und Figuren mit dem, was EDWARDS und HAIME über die englische Art mitteilen, deutlich hervortreten. Wenn ich selbst in meinem früheren Aufsatze[6] diese *Stephanophyllia discoidea* bei D'ARCHIAC als Synonym zu *Palaeopsammia Zitteli* WANNER gestellt habe, so ist dies ein Irrtum, der hiermit verbessert wird, der aber wiederum beweist, daß man ohne Autopsie der Originale nicht vorsichtig genug in der Aufstellung der Synonymie-Register sein kann.

[1] Dies. Jahrb. 1840. p. 648. T. IX Fig. 3 a—c.

[2] Die mesozoischen Formationen der Provinz Pommern. Mitteilungen des naturwissenschaftl. Vereins von Neu-Vorpommern und Rügen. 26. Jahrg. Greifswald 1894. p. 70—71.

[3] In J. DELANOÜE: Note sur la constitution géologique des environs de Thèbes. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. 67. Séance du 5 octobre 1868. p. 714.

[4] Vergl. British fossil Corals. London (Palaeontograph. Society) 1850. p. 34. T. VI Fig. 3—3 b.

[5] Die französischen Autoren beschreiben diese a. a. O. als „a small, narrow fossula in the centre", während sie bei der ägyptischen Form groß und schief in die Quere ausgezogen ist.

[6] Fossilien der Blättermergel von Theben. Sitzungsber. der Königl. Bayr. Akademie der Wissensch. Mathem.-physikal. Klasse. 32. München 1903. p. 448.

Über die Variation der Blattform von Ginkgo biloba L. und ihre Bedeutung für die Paläobotanik.

Von Dr. **R. Kräusel**, Breslau.

Mit 14 Textfiguren.

Als Zeuge längst vergangener Zeiten und seltsames Relikt steht der ostasiatische Tempelbaum, *Ginkgo biloba* L., einsam und ohne nähere Verwandte in der heutigen Flora. Es kann uns daher nicht überraschen, daß wir in den verschiedensten Schichten ihm nahestehende Pflanzenreste gefunden haben. In den meisten Fällen handelt es sich hierbei um Blattabdrücke, deren charakteristischer Nervenverlauf eine sichere Deutung ermöglicht. Nur einige Farne zeigen ähnliches (vergl. Seward-Gowan, The Maidenhair Tree. Ann. of Bot. **14.** 1900). Ist dadurch die Existenz *Ginkgo*-ähnlicher Bäume in früheren Perioden ohne Zweifel erwiesen, so fragt es sich doch, ob die zahlreichen fossilen „Arten" von *Ginkgo* und verwandten Gattungen wie *Beiera*, *Saportae*, *Ginkgophyllum*, *Ginkgodium*, zu Recht aufgestellt worden sind. Mit dieser Frage beschäftigt sich eingehend Seward (Jurassic Flora. I. Brit. Mus. Catal. 1904. p. 250), der darauf hinweist, daß der lebende Baum in seiner Blattform sehr stark variiert. Viele der fossilen „Arten" finden ein Analogon in gewissen an den Blättern von *G. biloba* L. beobachteten Formen, weshalb Seward ihren spezifischen Wert anzweifelt. Insbesondere zieht er *G. digitata* (Brgt.) Heer, wozu ganzrandige oder wenig gelappte Blätter gestellt werden, und *G. Huttoni* Sternb. zusammen und zeigt, daß auch die Abgrenzung von *Ginkgo* und *Baiera* nach der Blattform willkürlich zu sein scheint. Im Bau der Fruktifikationsorgane sind beide Gruppen nur wenig verschieden (vergl. Berry, The Geological History of Gymnosperms. Plant world. **19.** 2. p. 37. 1916).

Leider geht Seward auf die Blattform des lebenden Vertreters der Gruppe nicht näher ein, sondern begnügt sich mit einem Hinweis auf die häufig beobachteten Abweichungserscheinungen. Dies ist wohl auch der Grund, weshalb seine Ansicht bei den meisten Paläontologen keinen Anklang gefunden hat. So wendet sich Salfeld in einer neueren Arbeit gegen sie (Salfeld, Fossile Landpfl. d. Rät u. Juraformation SW.-Deutschlands. Palaeontographica. **54.** 4. 1907. p. 107). Er leugnet zwar das Auftreten abweichend geformter, gelappter Blätter bei *G. biloba* nicht, meint aber, Seward habe diese Variationen „sehr überschätzt". Zudem spricht er ihnen, weil nur als Krankheitserscheinung an kultivierten Exemplaren auftretend, jeden systematischen Wert ab. Er scheint der Ansicht zu sein, daß abweichend gebaute, tiefgelappte Formen nur sehr selten und dann als anormale Erscheinung zu beobachten seien. Das ist nicht richtig. Den gleichen Irrtum scheint auch Johnson zu begehen (*Ginkgophyllum kiltorkense*. Scient. Proceed. Roy. Dublin

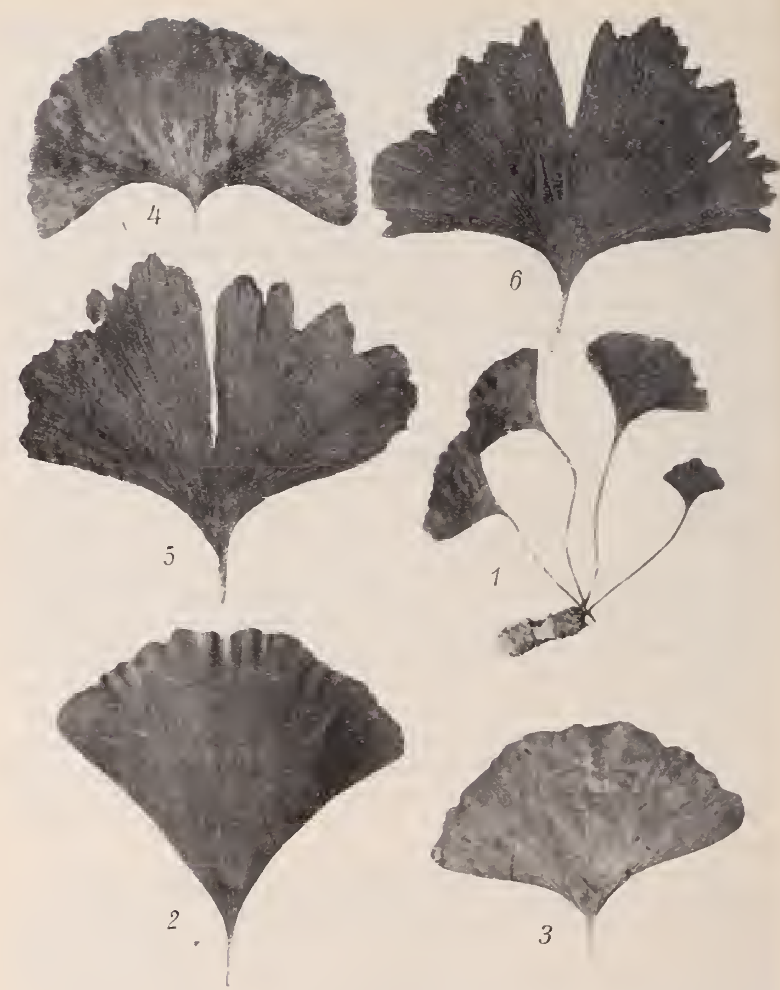


Fig. 1—6 Dr. Kräusel phot.

Erklärung der Abbildungen.

Das Material stammt teils aus dem Herbarium des Breslauer Botanischen Gartens, teils aus HESSE's Baumschulen, Weener.

Fig. 1—4. Ganzrandige Blätter:
1 von Genua, 2 von Flushing, Long Island, 3 u. 4 von Tschekiang, Hangtschou, China.
" 5 u. 6. Blätter von mehrjährigen Trieben. Weener.
" 7—9, 11—13. Blätter von einjährigen Trieben, Weener.
" 10. Gelapptes Blatt eines mehrjährigen Zweiges, Bot. Garten, Breslau.
" 14. Derselbe. Normalform des Blattes.



Fig. 7—13. Dr. Kräusel phot.

Soc. **14.** Dublin 1914). Um die Ähnlichkeit seines *Ginkgophyllum kiltorkense,* eines devonischen, im übrigen sehr zweifelhaften Restes, mit den Blättern von *Ginkgo biloba* zu erweisen, bildet er Taf. XI Fig. 1 ein künstlich durch Einschnitte „gelappt" gemachtes Blatt ab. Die Wiedergabe eines Blattes, wie sie hier Fig. 12 oder 13 gibt, hätte dem gleichen Zwecke doch besser entsprochen. Solche Formen treten an vielen Bäumen oft ganz unvermittelt auf, wobei



Fig. 14. Dr. Kräusel phot.

von irgendeiner „krankhaften“ Ursache keine Spur nachzuweisen ist. SALFELD's Frage, wie man denn den Begriff einer anormalen Blattform in die Paläobotanik einführen solle, macht daher eine Antwort in diesem Falle gar nicht notwendig. Daß Änderungen des Bodens und Klimas auch Veränderungen im Blattbau nach sich ziehen können, ist einleuchtend. Hieraus aber, und weil es sich um kultivierte Varietäten handelt, auf die systematische Wertlosigkeit der genannten Abweichungen schließen zu wollen, scheint mir verfehlt. Einem Wechsel der Lebensbedingungen sind auch wildwachsende Pflanzen in gleichem Grade ausgesetzt, und gerade experimentell hervorgerufene Variationen gelten heute in der Biologie als wichtige Fingerzeige für Systematik und Abstammung.

Bei *G. biloba* L. sind abweichende Blattformen sehr häufig. So entwickelte ein Zweig eines älteren Baumes im Breslauer Botanischen Garten in diesem Jahre plötzlich Blätter, wie sie Fig. 10 zeigt, die ganz *G. Huttoni* STERNB. oder *G. pluripartida* SCHIMP. entsprechen. FANKHAUSER (Entwicklung des Stengels und Blattes von *G. biloba*. Bern 1882) bildet in Fig. 4 ein ähnliches

Blatt ab. Der gärtnerischen Kultur ist es gelungen, diese Formen rein zu züchten, die unter verschiedenen Namen beschrieben worden sind (*Salisburia macrophylla* Reynier, *S. adiantifolia laciniata* Carr. Conif. 1. Aufl. p. 504, *S. a. macrophylla* Gordon, Pinet. 299, *S. a. m. incisa* Hort., *S. a. dissecta* Hort.; vergl. Beissner, Handbuch der Nadelholzkunde. 2. Aufl. 1909. p. 39) und sich heute als *G. biloba laciniata* Hort. im Handel befinden. Herr Kommerzienrat Hesse, der Inhaber der rühmlichst bekannten Baumschulen in Weener (Hannover), dem ich für Überlassung reichen Materials zu Dank verpflichtet bin, teilt mit, daß „tiefgeschlitzte Blätter an jungen Sämlingen und einjährigen Pflanzen sehr häufig sind, während bei den Blättern mehrjähriger Zweige oft auch der mittlere Einschnitt ganz vernarbt". Daß solche abweichende Formen auch an ostasiatischen Bäumen auftreten, lehrt die Durchsicht eines jeden größeren Herbarmaterials. Alle Übergänge von völlig ganzrandigen Formen, wie sie in Fig. 1—4 in wechselnder Ausbildung dargestellt sind, über die Normalform (Fig. 14, vergl. auch Beissner, a. a. O. p. 38. Fig. 2) bis zu ganz zerschlitzten Blättern (Fig. 11—13) lassen sich nachweisen. Das Blatt (Fig. 2) stimmt völlig mit *G. antarctica* Saporta (etwa in Shirley, Additions to the Foss. Fl. of Queensland. Geol. Surv. Queensland. Bull. 7. 1898. Taf. I Fig. 1), Fig. 7—11 mit den als *G. Huttoni* Sternb. beschriebenen Abdrücken überein, wie sie Seward abbildet (a. a. O. Taf. IX Fig. 2 u. 10). Die in Fig. 12 und 13 wiedergegebenen Blätter aber müßten, wenn sie als Fossile vorlägen, gar zu *Baiera* gestellt werden. Man vergleiche sie nur mit *B. Phillipsi* Nath. (Seward, a. a. O. Taf. IX Fig. 4 und Textfig. 47)!

Es kann daher kein Zweifel herrschen, daß mehrere oder auf Blattreste hin aufgestellten Arten *Ginkgo*-ähnlicher Pflanzen ihr Analogon innerhalb des rezenten *G. biloba* finden. Welche Folgerung hieraus zu ziehen ist, hängt allerdings von dem prinzipiellen Standpunkt ab, den man bezüglich der paläobotanischen Artbegrenzung überhaupt einnimmt. Heute wird der Artbegriff von den meisten Paläobotanikern äußerst eng gefaßt. Die geringste Abweichung genügt zur Aufstellung neuer „Arten", wobei auf die Variationsmöglichkeiten der rezenten Pflanzen wenig oder gar keine Rücksicht genommen wird. Die Folge ist eine verwirrende Fülle fossiler „Arten", die jeden, der sich zuerst mit paläobotanischen Fragen beschäftigt, abschrecken, die aber oft nichts als leere Namen ohne Inhalt sind. Dieser Zustand, der das Zusammenarbeiten von Botanik und Paläobotanik sehr erschwert, ist von botanischer Seite schon mehrfach beklagt worden; man denke an den drastischen „paläobotanischen Stoßseufzer" Potonié's (Naturw. Wochenschrift. N. F. 3. 1909). Dennoch haben diese Bestrebungen bisher wenigstens nur geringen Eingang in die Paläobotanik gefunden. Noch 1913 wendet sich Halle (Wissensch. Ergebnisse d. Schwed. Südpolarexp.

1901—03. 3. p. 14 und Geol. Fören. Förhandl. 35. p. 367) gegen die von SEWARD vertretene weitere Fassung des Artbegriffs, wie sie, können wir hinzufügen, dem in der Botanik der rezenten Pflanzen geltenden Gebrauche näher kommen würde. Er erkennt dies aber selbst als ein durch die Lückenhaftigkeit des fossilen Materials bedingtes Verfahren an. Es soll dadurch vermieden werden, daß Pflanzen, die nicht zusammengehören, unter ein und demselben Namen beschrieben werden. Dies Bestreben ist löblich; es fragt sich nur, ob der Nachteil einer solchen Methode, die oft sogar verschiedene Teile einer Pflanze unter verschiedenem Art- oder Gattungsnamen beschreibt, nicht überwiegt. Sie täuscht, besonders dem Fernerstehenden gegenüber, eingehende Kenntnis und Pflanzenreichtum vor, wo in Wirklichkeit nur dürftige, nichtssagende Bruchstücke vorhanden sind. Dessen ist sich HALLE auch wohl bewußt, wenn er andeutet, daß „später" einmal, d. h., wenn unsere Kenntnis fossiler Reste eingehender sein wird, viele „Arten" vielleicht zusammengefaßt werden können.

Warum erst später? Daß es für manche Pflanzengruppe sehr wohl schon heute möglich ist, haben z. B. einige neuere Arbeiten über die Tertiärflora (MENZEL, Die Flora d. Senftenberger Braunkohlenablag. Abhandl. preuß. geol. Landesanst. N. F. 46. 1906; MEYER, Beiträge zur Kenntnis der Tertiärflora Schlesiens. 1913; REICHENBACH, Die Coniferen u. Fagaceen des schles. Tertiärs. 1912; REIMANN, Die Betulaceen und Ulmaceen des schles. Tertiärs. 1912) gezeigt, und es scheint mir, daß auch die fossilen Ginkgoaceen einer Revision im Sinne SEWARD's zugänglich sind.

Richard Lachmann †.

Für die geologische Jugend Deutschlands gilt das Dichterwort „Ja, der Krieg verschlingt die Besten". Nachdem F. F. HAHN in den ersten Monaten in Frankreich gefallen und H. v. STAFF in Südwest ein Opfer des Krieges geworden war, stehen wir jetzt an dem Karpathengrabe RICHARD LACHMANN's, dessen Name mit einem weitreichenden Fortschritt der geologischen Erkenntnis verknüpft ist. Neben seiner stets klaren und Neues bringenden Beobachtungsgabe, neben den anregenden Gedanken über Erzlagerstätten, die Tektonik des Steinkohlengebirges und der Alpen, über die Entstehung der Tuffkanäle (Hemidiatremen) in Ungarn und den Vulkanismus der Euganeen sind besonders LACHMANN's Forschungen über die Entstehung und Umformung der Salzlagerstätten von bahnbrechender Bedeutung. Die Entstehung der in der Form an Eruptivschlote erinnernde, das auflagernde Gebirge durchbrechenden Salzmassen war vor 8 Jahren, d. h. vor LACHMANN's Auftreten, derart dunkel, daß im Kolleg das Vorkommen

als unerklärt bezeichnet werden mußte. Denn daß sich allein durch gebirgsbildende Kräfte kein „Salzhorst" bilden konnte, mochte man das umgebende Gebirge absinken oder das Salz als „Aufpressungsgebilde" emporsteigen lassen, war ohne weiteres klar. Schon die leichte Löslichkeit der Stein- und Kalisalze in unserem niederschlagsreichen Klima stand diesem Deutungsversuch entgegen. Und wenn man gar die eigenartigen Verschlingungen der Carnallitschnüre auf tektonische „Faltung" zurückführen würde, wenn gar vor den Augen eines vorstellungskühnen Geologen in der Lüneburger Heide ein Himalaya emporsteigen konnte, so weiß die Wissenschaft dem Scharfblick des zu früh dahingegangenen Forschers Dank, welcher diese leeren Phantasiegebilde mit energischem Schnitte entfernt hat.

Doch verdanken wir Lachmann nicht nur die Beseitigung der Auswüchse der Tektonik — von denen sich übrigens der Altmeister Eduard Suess noch selbst in einem Briefe an den Unterzeichneten energisch abgewandt hatte —, sondern vor allem auch die Aufrichtung eines durch zahlreiche Beobachtungen gefestigten Gedankenbaus — die Ekzemtheorie —, zu deren Begründung der berühmte schwedische Physiker Svante Arrhenius wertvolle Bausteine beigetragen hat. Wie hoch der schwedische Nobelpreisträger die Arbeit des jungen deutschen Fachgenossen einschätzte, geht aus seinem im folgenden wiedergegebenen Schreiben hervor:

„Zu meinem großen Bedauern habe ich erfahren, daß Prof. Richard Lachmann, ein Opfer dieses schrecklichen Krieges, gefallen ist. Da ich seine Tüchtigkeit hoch schätzte, nehme ich lebhaft an der Trauer über sein tragisches Schicksal teil, in der blühenden Kraft seines ersten Mannesalters hinweggerafft worden zu sein."

Richard Lachmann wurde am 23. Februar 1885 in Hamburg geboren. Nachdem er Ostern 1903 das Reifezeugnis erhalten hatte, wurde er Bergbaubeflissener und lag zunächst ein Jahr lang praktischen Studien in den Bergwerken des preußischen Staates ob. Von 1904—1907 studierte er an den Universitäten München und Berlin. An letzterer promovierte er am 23. November 1907 (Inauguraldissertation: Der Bau des Jackel im Obervintschgau). Am 29. November desselben Jahres bestand er das Staatsexamen, wurde Bergreferendar und war als solcher in den nächsten Jahren tätig. Da er sich jedoch besonders für die Geologie als Wissenschaft interessierte, nahm er 1911 eine Assistentenstelle am geologischen Institut der Universität Breslau an. Hier erhielt er auf Grund seiner Habilitationsschrift: „Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen" im November 1912 die venia legendi.

Nach Ausbruch des Krieges von August 1914 bis Februar 1915 war er als Zivilbauleiter bei der Fortifikation Breslau und in Polen tätig. Im September 1915 trat er als Freiwilliger-Schütze in die Schneeschuh-Ersatz-Abteilung in Immenstadt ein. Im Juni 1916

kam er als Gefreiter des 3. Jäger-Regiments ins Feld und machte die Stürme auf Douaumont vor Verdun mit. Er erhielt das Eiserne Kreuz für das Eindringen in das französische Fort Souville, über das er seinem Regimentskommandeur Meldung erstattete. Am 7. September ist er in den Karpathenkämpfen durch Kopfschuß beim siegreichen Sturmangriff am Carny Czeremosz gefallen.

R. Lachmann war in Krieg und Frieden als Forscher und als akademischer Lehrer ein frischer, stets angeregt und anregend voller Lebensmut und Unerschrockenheit: „Er ist ein Mensch gewesen und das heißt ein Kämpfer sein". Wie er aus Liebe zur wissenschaftlichen Wahrheit mit seiner Ekzemtheorie der damaligen offiziellen Geologie Fehde ansagte und siegreich durchfocht, so litt es ihn im Kriege nicht hinter der Front, trotzdem eine Betätigung als Kriegsgeologe die naturgemäße Fortsetzung seiner Stellung als Bauleiter bei den Fortifikationsarbeiten gewesen wäre.

Aber auch in die Stürme des Krieges hinein begleitete ihn wieder die glühende Liebe zu seiner Wissenschaft. Der ganze Lachmann, der scharfe Beobachter, der frische Mensch, der gute Kamerad steht vor uns in einem Briefe an den Unterzeichneten, der am Morgen des letzten Sturmes geschrieben und in der Brieftasche des Gefallenen gefunden worden ist:

In den Karpathen, 6. September 1916.

„Ich liege hier mit meiner bayrischen Jäger- früheren Schneeschuh-Kompagnie am ungarischen Grenzkamm in ca. 1800 m Höhe bei schönster Morgensonne. Die Hochkämme hier bestehen aus Verrucano, sind beiderseits von Klippenzonen eingefaßt und morphologisch ein vergrößertes Riesengebirge. An der Auffassung der Hochfläche als Peneplain werde ich von Tag zu Tag mehr schwankend. Das Wiesen-Phänomen westlich der Schneekoppe ist die Ausnahme, nicht die Regel bei diesen Hochflächen. Ich habe zwei Karpathenkamm-Querprofile, einige Glazialbeobachtungen (Karbodenhöhe 1500—1600 m) sowie manches Morphologische festlegen können.

Ich bin jetzt seit $2\frac{1}{2}$ Monaten im Felde. Habe zwei böse Tage vor Verdun (wir sind am 12. Juli am weitesten von allen Truppen bisher gegen Souville vorgedrungen mit ca. 80% blutigen Verlusten) glücklich nicht nur überstanden, sondern auch tüchtig dekoriert worden, weil ich den Zustand vorne als Erster dem Regiments-Kommandeur beschreiben konnte. So wird man zum Kriegshelden, ehe man sich's versieht.

Verdun ist damals, wo der Kampf auf dem Höhepunkt stand, eine Klasse Weltkrieg für sich, die schärfste Probe auf Selbstbeherrschung. Deshalb bewähren sich gerade die Gebildeten und unsere bayrischen Bauernburschen wegen ihrer animalischen Kaltblütigkeit an solchen Stellen am besten.

Auch dieser Karpathen-Gebirgsfeldzug ist etwas Einziges, steht in denkbar schärfstem Kontrast zum Fleischhacken bei Verdun. Auf der positiven Seite: eine herrliche Natur, interessante Siedlungsformen, Kriegführung häufig à la Lederstrumpf, wenig Artilleriegefahr und ein minderwertiger Gegner. Auf der negativen: Tage ohne hinreichende Verpflegung, wenig regelmäßige Post und kein Mittel, der Läuse Herr zu werden. Ferner die Last des schweren Gepäcks.

Ich fühle mich recht wohl als Krieger, würde aber natürlich auch mal wieder eine wissenschaftliche Tätigkeit nicht ausschlagen."

„Er ist ein Mensch gewesen und das heißt ein Kämpfer sein."

F. Frech.

Schriftenverzeichnis.

1908. 1. Der Bau des Jackel im Obervintschgau. Beitr. zur Paläontologie u. Geologie Österreich-Ungarns. **21**. 1908.

2. Neue ostungarische Beauxitkörper und Beauxitbildung überhaupt. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1908. Sept.

1909. 3. Vorläufiger Bericht über Vulkanstudien. 1908.
   I. Die systematische Bedeutung eines neuen Vulkantyps (Hemidiatrema) aus dem Rezgebirge.
   II. Der Eruptionsmechanismus bei den Euganeentrachyten. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **61**. 1909. 7.

1910. 4. Das Faltungsproblem des westfälischen Steinkohlengebirges. Glückauf. 1910. 43.

5. Studien über den Bau von Salzmassen. Kali. 1910. Heft 8, 9, 24.

6. Überschiebungen und listrische Flächen im westfälischen Carbon. Glückauf. 1910. 6.

7. Über autoplaste (nicht tektonische) Formelemente im Bau der Salzlagerstätten Norddeutschlands. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **62**. 1910. 2.

8. Über die Natur des Everding'schen deszendenten Hauptsalzkonglomerats. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **62**. 1910. 4.

9. Salinare Spalteneruption gegen Ekzemtheorie. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **62**. 1910. 8/10.

1911. 10. Hauptprobleme der Kaligeologie. Monatshefte. **6**. 1911. 5.

11. Erich Harbort im Streit gegen die Ekzeme. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **63**. 1911. 8/10.

12. Der Salzauftrieb. 1. u. 2. Folge. Kali. 1911. 8, 9, 22, 23, 24. 3. Folge. Kali. 1912. 14, 15, 16, 17.

13. Über diagenetische Deformationen von Salzgesteinen. Dies. Centralbl. 1911. 17.

14. W. Kranz' Einwürfe gegen meine Beobachtungen in den Euganeen. Dies. Centralbl. 1911. 21.

1912. 15. Über die Bildung und Umbildung von Salzgesteinen. Jahresber. d. schl. Ges. f. vaterl. Kultur. 1912.

16. Der Bau des niederhessischen Berglandes bei Hundelshausen. Jahresber. d. schl. Ges. 1912.

17. Zur Tektonik Norddeutschlands. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **64**. 1912. 8/10.

1912. 18. Ekzeme als geologische Chronometer. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **64**. 1912.
19. ARRHENIUS und LACHMANN: Die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der Salzlagerstätten und ihre Anwendung auf geologische Probleme. Geol. Rundschau. 1912. III, 3.
20. Weiteres zur Frage der Autoplastie der Salzgesteine. Dies. Centralbl. 1912. 2.
21. Beiträge zur Plastizitätsfrage. Dies. Centralbl. 1912. 24.
1913. 22. Über einen vollkommen plastisch deformierten Steinsalzkristall aus Boryslaw in Galizien. Zeitschr. f. Krist. 1913. **52**, 2 und Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **66**. 1912. 8/10.
23. Über den Bau alpiner Gebirge. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **65**. 1913. 3.
24. Über den heutigen Stand der Ekzemfrage. Kali. 1913. 7.
1914. 25. Zur Klärung tektonischer Grundbegriffe. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. **66**. 1914. 4.
26. Eine bemerkenswerte Störung des Steinkohlengebirges bei Schlegel in Niederschlesien. BRANCA-Festschrift. 1914.

C. Hintze †.

Geh. Regierungsrat Professor Dr. CARL HINTZE, ordentlicher Professor der Mineralogie und Direktor des mineralogischen Instituts und Museums der Universität Breslau, ist am 28. Dezember 1916, mittags, einem Herzschlage erlegen.

Der Verstorbene war in Breslau am 17. August 1851 geboren und hat den größten Teil seiner akademischen Laufbahn hier zurückgelegt. Nachdem er das Magdalenen-Gymnasium in Breslau absolviert hatte, begann HINTZE sein Studium in seiner Vaterstadt, um es dann in Bonn und Berlin fortzusetzen. Von Berlin ging er 1872 als Assistent seines Lehrers P. GROTH mit diesem an die neugegründete Universität Straßburg, wo er 1873 promovierte. Im Herbst 1880 übernahm er die wissenschaftliche Leitung des Dr. KRANTZ'schen Mineralienkomptoirs in Bonn und habilitierte sich vier Jahre später an der dortigen Universität für Mineralogie und Kristallographie. 1886 folgte er einem Rufe als außerordentlicher Professor nach Breslau an die Seite seines Lehrers FERDINAND ROEMER, nach dessen Tode er im Jahre 1892 Ordinarius für Mineralogie wurde. Seiner Heimatstadt blieb er auch in der Folge treu; 1909 erhielt er den Charakter als Geheimer Regierungsrat. Vor einigen Jahren bekleidete er das Dekanat der philosophischen Fakultät. HINTZE war eine der ersten Autoritäten in dem Fache der Mineralienkunde und ein akademischer Lehrer von ausgezeichneten Eigenschaften. In der Wissenschaft aber hat er sich ein Denkmal gesetzt durch sein großes und treffliches „Handbuch der Mineralogie".

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die Kristallwinkelveränderung verwandter Stoffe beim Wechsel der Temperatur. II.

Von **F. Rinne** in Leipzig.

Mit 4 Textfiguren.

3. Augit und Hornblende.

Von **F. Rinne** und **R. Grossmann**.

Die thermogoniometrischen Untersuchungen an Augit und Hornblende, über die nachstehend berichtet werden soll, wurden unter dem Gesichtspunkte ausgeführt, einen weiteren Anhalt für die verwandtschaftliche Stellung dieser Minerale zu gewinnen. Er findet seinen Ausdruck in der kristallographischen Orientierung der Stoffe zueinander. Im vorliegenden Falle handelt es sich einmal um die Frage, welcher vertikale Hauptschnitt bei den Orthaugiten der Ebene {010} der monoklinen Glieder entspricht und weiterhin hinsichtlich der monoklinen Augite und monoklinen Hornblenden um die Wahl einer in natürlicher Weise korrespondierenden Achse a. Bekanntermaßen ist in der Hinsicht noch keine volle Einigkeit der Auffassungen erzielt. Ein Vergleich der thermischen Bewegungen in den Kristallgebäuden könnte sehr wohl, so erschien es, zur weiteren Klärung der Verhältnisse beitragen. Es zeigte sich, daß dabei in der Tat deutliche Hinweise über die naturgemäße Orientierung sich herausheben; sie seien am Schluß dieser Veröffentlichung, nach Darlegung des Tatsachenbestandes, zusammengestellt.

Die benutzte thermogoniometrische Apparatur war die nämliche, wie sie zum Studium der rhomboedrischen Carbonate und des Winkels P : M der Plagioklase benutzt wurde[1]. Die Genauigkeit der Messungen betrug im Intervall 200—300° durchschnittlich 6 Sekunden, von 300—700° 10 Sekunden, darüber hinaus 15 Sekunden. Bei jeder Winkelfeststellung wurde die Temperatur 1—1½ Stunden lang innerhalb einer Schwankung von 5° gehalten und dann jeweils das Mittel aus drei unmittelbar aufeinanderfolgenden Messungen genommen, die sich innerhalb der obigen Fehlergrenzen bewegten. Die natürlichen Kristallflächen erwiesen sich für genaue Messung nie gleichmäßig genug; sie wurden daher für den Versuch stets anpoliert. Natürlich änderte sich dabei ihre Winkelneigung ein wenig. Das macht aber für das Ergebnis nichts aus, da es sich beim Versuch lediglich um die Veränderung der Flächenlagen handelt, die innerhalb der Fehlergrenzen gleich groß ist wie die Veränderung einer genau liegenden Ebene. Die thermogoniometrische Wandlung wurde auf den Idealwert aufgetragen.

[1] Vergl. I, dies. Centralbl. 1914. p. 705.

Diopsid von der Mussa-Alp, Piemont
als Beispiel für die Klinaugite.

Als Fundamentalwinkel dienten die Werte nach G. vom Rath:

$$(110):(010) = 43^\circ 35'$$
$$(111):(010) = 65^\circ 45' 30''$$
$$(001):(\bar{1}00) = 105^\circ 49' 51''.$$

Aus ihnen folgt:

$$a:b:c = 1{,}09213:1:0{,}58931 \qquad \beta = 74^\circ 10' 9''.$$

Außer $(\bar{1}00)$, (010), (001), (110) und (111) wurden noch anpoliert die Flächen (100) und $(\bar{2}21)$. Die (wie erwähnt, für die verfolgten Zwecke belanglosen) Unterschiede der Flächenlage von den normalen Werten betrugen 4—36′. Die Zusammenstellung der Ergebnisse bieten die folgenden Tabellen und Figuren dar. Im allgemeinen machte sich beim Diopsid die Spaltbarkeit nach {110} bereits bei 350° störend durch Rißbildung geltend; gegen 500° zersprangen die Präparate oft in Lamellen nach {110}.

	(110) : (010)
18°	43° 35′ 0″
139	43 37 1
235	43 39 19
327	43 40 41
435	43 42 13
524	43 43 49
644	43 46 9
755	43 48 34
Intervall 737°	Änderung + 0° 13′ 34″

	(001) : $(\bar{1}00)$
17°	105° 49′ 51″
121	105 51 25
222	105 53 9
315	105 54 7
416	105 55 11
529	105 56 26
Intervall 512°	Änderung + 0° 6′ 35″

	(111) : (010)
18°	65° 45′ 30″
114	65 47 30
223	65 48 56
335	65 50 56
416	65 52 26
517	65 53 54
Intervall 499°	Änderung + 0° 8′ 24″

	(111) : (100)
18°	53° 58′ 0″
112	53 56 4
223	53 54 42
318	53 53 46
446	53 52 36
521	53 51 59
Intervall 503°	Änderung — 0° 6′ 1″

	($\bar{2}$21) : (100)
17°	61° 32′ 0″
107	61 32 3
215	61 32 4
312	61 32 0
419	61 31 57
533	61 31 53
Intervall 516°	Änderung — 0° 0′ 7″

	($\bar{2}$21) : (010)
18°	47° 54′ 30″
123	47 56 1
243	47 57 33
357	47 59 44
472	48 2 21
513	48 3 23
Intervall 495°	Änderung + 0° 8′ 53″

Aus den drei Fundamentalwinkeln (110) : (010), (111) : (010) und (001) : ($\bar{1}$00) bei 17°, 300° und 500° (letztere Werte durch graphische Interpolation) berechnen sich folgende Größen:

17°	a : b : c = 1,09213 : 1 : 0,58931	β = 74° 10′ 9″
300	a : b : c = 1,08945 : 1 : 0,58760	β = 74 6 9
500	a : b : c = 1,08762 : 1 : 0,58604	β = 74 3 57

Leitet man nunmehr aus diesen Achsenverhältnissen die Kontrollwinkelwerte bei 18°, 300° und 500°, sowie die theoretischen Winkelveränderungen bezüglich der Intervalle 18—300°, 300—500° ab, so lassen sich die goniometrischen Wandlungen mit den beobachteten vergleichen. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung, mit Ausnahme der Daten für 500°. Wahrscheinlich ist die Differenz von 1′ auf die bei dieser Temperatur störende Rißbildung zufolge der Spaltbarkeit nach {110} zurückzuführen. Bei 472° waren Beobachtung und Kurve sich noch auf 10″ nahe.

	Berechnet			Winkelveränderung			
				Ber.	Beob.	Ber.	Beob.
	18°	300°	500°	18—300°		300—500°	
(111) : (100)	53° 58′ 11″	53° 53′ 58″	53° 52′ 1″	4′ 13″	4′ 10″	1′ 57″	1′ 50″
($\bar{2}$21) : (010)	47 54 30	47 58 35	48 1 50	4 5	4 0	3 15	4 6
($\bar{2}$21) : (100)	61 32 2	61 31 50	61 31 40	0 10	0 0	0 10	0 8

Von Interesse ist die fast völlige Unveränderlichkeit von (221) : (100) im Gebiete von 17° bis 533°. Die berechnete Wandlung beträgt nur 22″, die beobachtete sogar nur 7″.

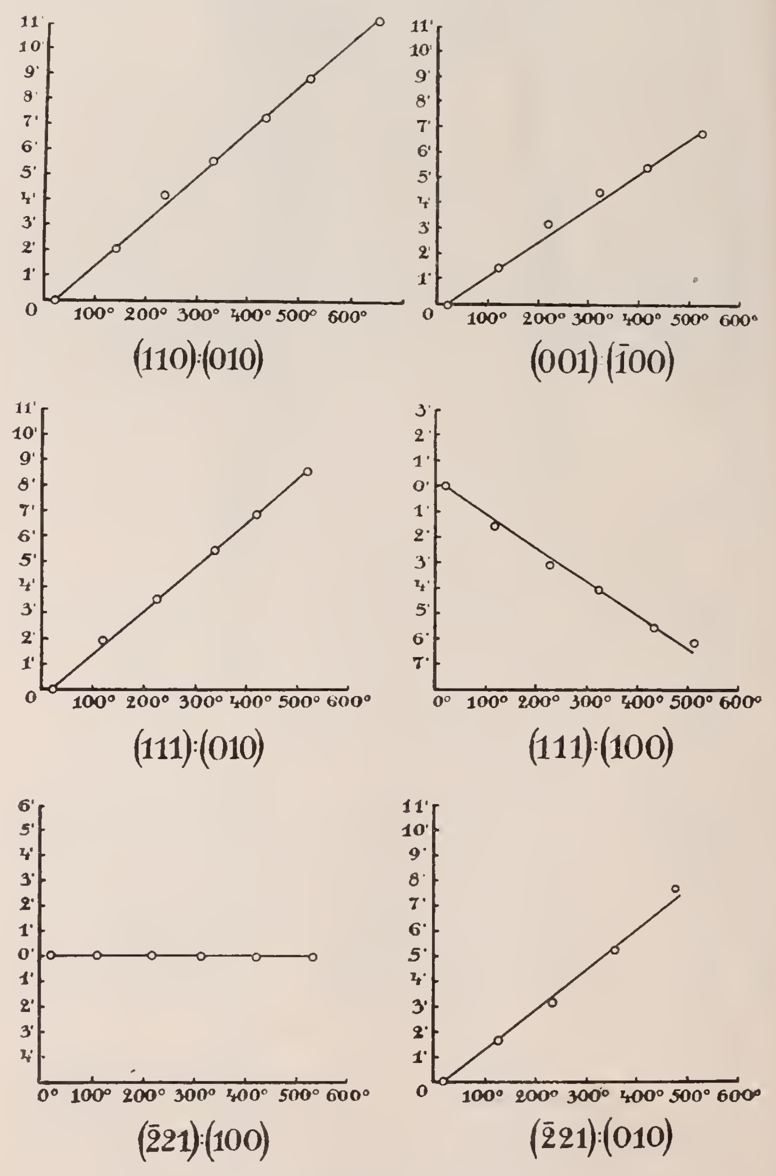


Fig. 1. Thermogoniometrische Änderungen des Diopsid.

Hypersthen von der Pauls-Insel
als Beispiel für die Orthaugite.

Richtet man den inneren spitzen Prismenwinkel des Hypersthens nach vorn — hinten[1], so entspricht dem das Achsenverhältnis vom Rath's:

a : b : c = 1,02952 : 1 : 0.58685.

Die Normalenwinkel der wichtigsten Formen sind:

(110) : (1$\bar{1}$0) = 91° 40′
(001) : (111) = 39° 17′ 15″

Diese Flächen, sowie (010) und (100), wurden am Material angeschliffen, und zwar betrugen die (belanglosen) Abweichungen von den Normalwerten 0′ 10″ bis 21′ 45″. Die Winkeländerung, bezogen auf die Normalwerte, stellt sich folgendermaßen dar.

	(110) : (010)
17°	44° 10′ 0″
110	44 11 3
215	44 11 55
351	44 14 0
435	44 15 8
519	44 16 9
Intervall 502°	Änderung + 0° 6′ 9″

Ganz diesen Zahlen innerhalb der Fehlergrenzen entsprechend sind die von (110) : (100) als Komplement von (010) : (110).

	(110) : (100)
17°	45° 50′ 0″
110	45 48 55
215	45 47 58
351	45 45 54
435	45 44 56
519	45 43 58
Intervall 502°	Änderung — 0° 6′ 2″

	(001) : (111)
18°	39° 17′ 15″
111	39 17 29
229	39 17 53
334	39 18 7
448	39 18 31
553	39 18 52
Intervall 535°	Änderung + 0° 1′ 37″

Die Beobachtung am theoretischen Komplement zu (001) : (111) ergab gleichfalls vortreffliche Kongruenz.

[1] Die 1. Mittellinie liegt dann in Achse b.

	(111) : (110)
18°	50° 42′ 45″
111	50 42 33
229	50 42 13
334	50 41 55
448	50 41 34
553	50 41 13
Intervall 535°	Änderung — 0° 1′ 32″

Es handelt sich also hier um eine bemerkenswert sehr kleine Veränderung der Lage von {111}; sie beträgt nur 0° 1′ 35″ im Mittel.

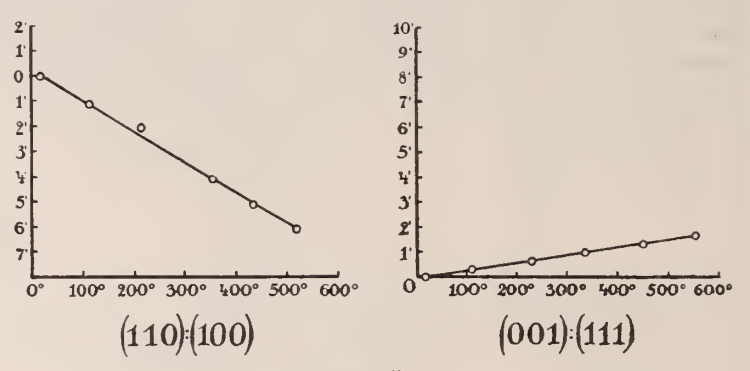


Fig. 2. Thermogoniometrische Änderungen des Hypersthen.

Hieraus berechnen sich folgende Größen:

17° . . . . . a : b : c = 1,02952 : 1 : 0,58685
300 . . . . . a : b : c = 1,02748 : 1 : 0,58654
500 . . . . . a : b : c = 1,02593 : 1 : 0,58629

Hornblende von Monte Somma, Vesuv
als Beispiel der monoklinen Amphibole.

Die Formen wurden auf die Tschermak'sche Aufstellung (mit r = {011}) bezogen.

Danach sind:

a : b : c = 0,55108 : 1 : 0,29377 β = 73° 58′ 12″

(110) : (1$\bar{1}$0) = 55° 49′
($\bar{1}$01) : (011) = 34 25
(011) : (0$\bar{1}$1) = 31 32
(011) : (110) = 68 46 30″

Wie sonst wurden Flächen anpoliert, und zwar mit einer Annäherung an die theoretischen Lagen von 0′ 30″ bis 14′ 34″.

Die Veränderung der Hornblendegestalt mit der Temperatur stellt sich wie folgt dar:

	(110) : (1$\bar{1}$0)
18°	55° 49′ 0″
113	55 48 52
213	55 48 39
324	55 48 25
418	55 48 13
521	55 47 58
647	55 47 41
Intervall 629°	Änderung — 0° 1′ 19″

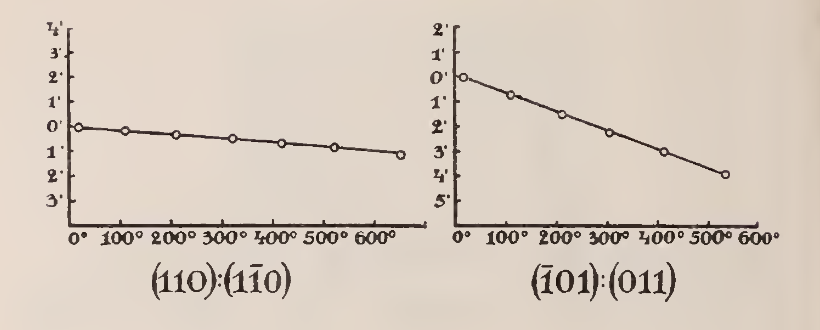
In befriedigend entsprechender Weise änderte sich der Wert für

	(110) : (010)
17°	62° 5′ 30″
119	62 5 44
212	62 5 54
335	62 5 58
416	62 6 14
Intervall 399°	Änderung + 0° 0′ 44″

	($\bar{1}$01) : (011)
18°	34° 25′ 0″
108	34 24 14
210	34 23 34
306	34 22 46
413	34 21 56
538	34 21 4
Intervall 520°	Änderung — 0° 3′ 56″

	(011) : (110)
18°	68° 46′ 30″
108	68 45 46
210	68 44 51
306	68 44 2
413	68 43 13
538	68 42 15
Intervall 520°	Änderung — 0° 4′ 15″

	(011) : (0$\bar{1}$1)
18°	31° 32′ 0″
104	31 31 26
218	31 30 40
334	31 29 46
416	31 29 3
518	31 28 21
Intervall 500°	Änderung — 0° 3′ 39″



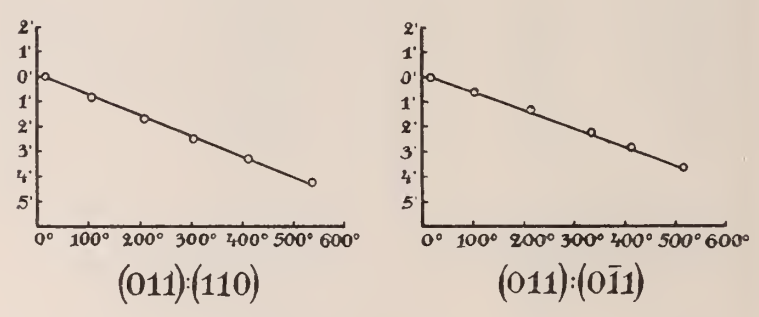


Fig. 3. Thermogoniometrische Änderungen der monoklinen Hornblende.

Die Änderung des Achsenverhältnisses und β-Winkels wird durch folgende Zusammenstellung bekundet:

18°	a : b : c = 0,55108 : 1 : 0,29377	β = 73° 58′ 12″
300	a : b : c = 0,55101 : 1 : 0,29350	β = 73 56 18
500	a : b : c = 0,55099 : 1 : 0,29331	β = 73 52 38

Anthophyllit von Labrador als Beispiel für die Orthamphibole.

Es wurden zwei Spaltprismen poliert. Ihre Winkel ergaben sich zu 54° 14′ 27″ und 54° 34′ 5″. Der Normalwert für Anthophyllit ist noch nicht bekannt, so daß es hier nur auf die Veränderungen mit der Temperatur ankommt; sie betrugen:

1.	20°	0′ 0″	(Ausgang)
	101	—0 27	
	200	—0 52	
	311	—1 22	
	408	—1 45	
	503	—2 7	

2.	20°	0′ 0″
	100	— 0 21
	206	— 0 53
	308	— 1 23
	412	— 1 58
	509	— 2 25

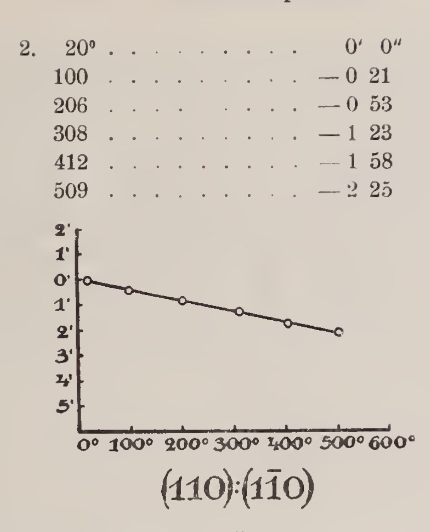


Fig. 4. Thermogoniometrische Änderungen des Anthophyllits.

Zum Vergleich der thermogoniometrischen Verhältnisse bei den hier studierten Mineralen seien zunächst temperatur-extreme Werte für den wirklichen inneren Winkel (110) : (1$\bar{1}$0) zusammengestellt.

	Diopsid	Hypersthen	Vesuvische Hornblende	Anthophyllit
20°	87° 10′ 0″	88° 20′ 0″	124° 11′ 0″	125° 45′ 33″
500	87 26 30	88 32 0	124 12 0	125 47 40

Es ergibt sich, daß dieser kristallstrukturell besonders bedeutsame Winkel sich bei allen vier Typen der Augit-Hornblendefamilie gleichsinnig ändert, wenn man, wie hier geschehen, beim Orthaugit den inneren spitzen Prismenwinkel vorn — hinten stellt. Das ist also auch nach den vorliegenden Feststellungen die naturgemäße Orientierung. Kennzeichnend ist im speziellen, daß der thermogoniometrische Effekt gerade auf diesen Winkel bei Augit sehr viel kräftiger ist als bei Hornblende. Man erkennt das aus dem Vergleich der Kurven und aus nachstehender Zusammenstellung bezüglich des Intervalls von 20° bis 500° = 480°.

	Winkel	Gesamtänderung	Änderung für je 100°
Diopsid	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0° 16′ 30″	+ 0° 3′ 26″
Hypersthen	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0 12 0	+ 0 2 30
Vesuvische Hornblende .	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0 1 0	+ 0 0 12,5
Anthophyllit	(110) : (1$\bar{1}$0)	+ 0 2 7	+ 0 0 26,4

Auch in der Frage über die verwandtschaftlich richtige Stellung von monoklinem Augit und monokliner Hornblende liefert die thermo-

goniometrische Untersuchung ein wirksames Moment. Nimmt man den Augit mit der Fixierung von s = {$\bar{1}$11} als gegeben an, so frägt sich, ob bei der Hornblende die Form r dieser Form s bei Augit entspricht oder ob r als (011) zu nehmen ist. Zugunsten letzterer Auffassung haben sich Tschermak, Williams, Cross und Mügge mit näheren Überlegungen über die Geometrie, Optik, Verwachsung, Uralitbildung und Absonderungsverhältnisse ausgesprochen. Bei Annahme dieser Stellung würde β der Hornblende = 73° 58′ 12″ sein, andernfalls erschiene als β der in bezug auf Achse c gegenseitige Winkel von 75° 2′. Es frägt sich somit, ob ersterer oder letzterer mit β des Augits eine gleichsinnige thermogoniometrische Änderung durchmacht. Man findet:

	18°	300°	500°
β bei Diopsid	74° 10′ 9″	74° 6′ 9″	74° 3′ 57″
Winkel 73° 58′ 12″ bei Hornblende	73 58 12	73 56 18	73 52 38
Winkel 75° 2′ bei Hornblende	75 2	75 4 53	75 9 15

Es verhält sich also der Winkel 73° 58′ 12″ gleichsinnig mit β des Augits: beide werden bei Temperaturerhöhung kleiner, während der Winkel 75° 2′ der Hornblende sich dabei vergrößert. Somit spricht auch die thermogoniometrische Untersuchung für die Tschermak'sche Aufstellung der Hornblende.

Einen Überblick über die Gesamtänderung des monoklinen Augits und der monoklinen Hornblende, letztere in der besagten naturgemäßen Stellung, geben folgende Zahlen:

	Diopsid	Vesuvische Hornblende
20° . . .	a : b : c = 1,09213 : 1 : 0,58931	a : b : c = 0,54826 : 1 : 0,29377
	β = 74° 10′ 9″	β = 73° 58′ 12″
500 . . .	a : b : c = 1,08762 : 1 : 0,58604	a : b : c = 0,54766 : 1 : 0,29333
	β = 74° 3′ 57″	β = 73° 52′ 38″

Institut für Min. und Petrogr. der Universität Leipzig.

Über die Ursache des damaszierten Schimmers beim Lievrit.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Es ist bekannt, daß manche Kristalle von Lievrit, wenn das Licht in bestimmter Richtung auf sie fällt, einen Schimmer wie schön blau angelaufener Stahl wahrnehmen lassen. Er bezeichnet nach Blum[1] die ersten Anfänge der Umwandlung des Lievrit in

[1] Blum, Pseudom. 3. Nachtr. 187. 1863.

Eisenglanz und Brauneisen. BLUM beobachtete ihn an Kristallen von Elba, BØGGILD[1] auch an Kristallen von Grönland, wenn auch weniger stark.

Der Schimmer tritt nach meinen Beobachtungen an Elbaner Kristallen nur auf bei solchen, die oberflächlich zersetzt sind, und zwar auf allen Endflächen mit Ausnahme von (001); auf sämtlichen Flächen von (111), (101) und (021), ebenso auf unregelmäßigen Abdruckflächen und auch auf etwas muschligen unfrischen Absonderungsflächen ungefähr // (001), aber gleichzeitig, am stärksten dann, wenn das Licht so auffällt, daß es von der Basis reflektiert wird. Daraus geht hervor, daß die kleinen Flächenelemente, die den Schimmer verursachen, auf allen Kristall- und Bruchflächen die Lage (001) haben, sie sind aber so außerordentlich fein, daß sie ihrer Lage und ihrem Umriß nach auch u. d. M. nicht mehr zu erkennen sind, auch mittelst Vertikal-Illuminator nimmt man nur den schön blauen Schimmer wahr.

Dieser rührt nun keineswegs von den ersten Spuren der die Kristalle bedeckenden Zersetzungsprodukte her, er tritt vielmehr erst da auf, wo diese in feinen Häutchen sich von der Oberfläche losgelöst haben, am lebhaftesten dann, wenn diese frisch abgehoben sind, während er da fehlt, wo die Fläche nach Entfernung der Zersetzungshaut schon längere Zeit wieder freigelegen hat. Auf den Flächen (hk0) bildet der Überzug meist besonders dicke Krusten, darunter erscheinen diese ganz glanzlos, meist mit tiefen Rillen // (001), der Schimmer fehlt hier stets.

Danach sind die schimmernden Flächenelemente von der Lage (001) wahrscheinlich sehr feine Ätzflächen; daß nicht eine unter der abgehobenen Haut liegende andere Neubildung die Ursache ist, scheint auch daraus hervorzugehen, daß stärkere Erhitzung der Kristalle (über 300°), welche diese doch wohl hydratische Neubildung zerstören würde, an dem Schimmer nichts ändert. An manchen Stellen erscheinen die Kristalle übrigens in der Schimmerstellung wie von feinem braunem Sammet überzogen; hier ist auf den abgedeckten Flächen schon wieder ein neues, und zwar kolloides, hellbraungelb durchsichtiges Zersetzungshäutchen zum Absatz gekommen; hebt man es ab, so tritt der blaue Schimmer zutage.

Die Zersetzungshäutchen sind meist dunkelbraun, doppelbrechend, und zwar mit überall einheitlicher Orientierung. Auf allen Flächen (hk0), auch (100) und (010), löscht ihre Substanz $//\dot{c}$ des Lievrit aus; auf (101), (021) und (001) parallel den Symmetrielinien dieser Flächen, auf (111) und (hkh) dagegen schief unter 10—22° geneigt zur Kante zu (010). Hebt man an einer von verschiedenen Flächen der genannten Art begrenzten

[1] BØGGILD, Meddelelser om Grønland. **25.** 84. 1902.

Ecke eine kleine Kappe der Zersetzungshaut ab, so läßt sich nach Einbetten in Kanadabalsam erkennen, daß die ganze Kappe im parallelen Licht sich optisch einheitlich verhält. Die Stärke der Doppelbrechung ist beträchtlich, aber wegen der Tiefe der Färbung nicht zu bestimmen, die beiden Auslöschungsrichtungen nicht zu unterscheiden; auch im konvergenten Licht sind die Erscheinungen nicht hinreichend deutlich, Pleochroismus fehlt. Eine feine Punktierung und Riefung auf den Häutchen scheint der Spur der Ätzfläche (001) zu entsprechen.

Bei mäßigem Erhitzen wird das Zersetzungsprodukt vorübergehend undurchsichtig, nach 16stündigem Erhitzen auf 250° war es tief rot geworden, aber noch optisch einheitlich doppelbrechend und die Auslöschungsrichtung wie vorher, es verhält sich also in dieser Hinsicht wie Goethit und nicht wie Rubinglimmer[1]. Für letzteren konnte nämlich festgestellt werden, daß er schon nach längerem Erhitzen (6 St.) auf 220° anfängt Wasser zu verlieren, und zwar zum weiteren Unterschied von Goethit, unter Bildung einer neuen Phase. Es entstehen Verwitterungsfiguren in der Form von Sechsecken, von denen zwei, meist etwas längere Seiten // $\dot{c}$, die anderen vier zu je zwei nach beiden Seiten dazu unter etwa 45° geneigt verlaufen. Ihre Zahl nimmt bei längerem Erhitzen auf 220° erheblich zu, auch vergrößern sie sich etwas; bei raschem Erhitzen entstehen sehr zahlreiche und daher sich gegenseitig störende Figuren, so daß ihre Form undeutlich wird. Die die Figuren füllende wasserärmere Substanz ist dunkler rot, optisch nicht einheitlich, besteht vielmehr anscheinend aus sphärolithisch geordneten, stark doppelbrechenden Fäserchen. Von alle diesem ist beim Erhitzen der Zersetzungshäutchen des Lievrit nichts zu erkennen, vielmehr verlieren sie Wasser erst bei höherer Temperatur und ohne Bildung einer neuen Phase.

Welches die kristallographische Orientierung des Goethit zum Lievrit ist, läßt sich einstweilen nicht näher bestimmen.

Vom Rubinglimmer kamen bei dieser Gelegenheit Blättchen zur Beobachtung, die an den Rändern äußerst dünn und daher fast farblos, ganz hellgelb durchsichtig waren. Sie sind von Interesse wegen ihrer stark übernormalen Interferenzfarben. Sie sind an den dünnsten Stellen lavendelblau ins Violette, gehen dann über in schön grün, dann in gelb und orange. Bei größerer Dicke macht sich dann die Eigenfarbe schon störend bemerklich. Die Doppelbrechung ist, wie l. c. angegeben, jedenfalls sehr stark.

[1] Vergl. N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. I. p. 66.

Kristallographische Konstanten einiger künstlicher Kristalle.

Von **Herm. Rose,** Göttingen, z. Z. im Felde.

Mit 2 Textfiguren.

1. Caesiumdithionat, $Cs_2S_2O_6$.

Die Kristalle erscheinen holoedrisch oder rhomboedrisch-hemiedrisch, sind aber wohl als trapezoedrisch-tetartoedrisch zu betrachten und als isomorph mit den analogen von Kalium und Rubidium.

Hexag. trapez. tetart. $\overset{|}{c} = 0{,}6316$.

Beobachtet sind die Formen:

$\{0001\} . \{10\bar{1}1\} . \{10\bar{1}0\} . \{5 . \bar{10} . 5 . 6\} . \{1\bar{2}11\} . \{5 . \bar{10} . 5 . 3\} . \{1\bar{2}10\}$.

$*11\bar{2}1 : 0001$	$= 51°38'$	beob.,	— ber.
$5 . \bar{10} . 5 . 6 : 0001$	$= 46\ 30$		$46°29'$
$5 . \bar{10} . 5 . 3 : 0001$	$= 64\ 30$		$64\ 36$
$10\bar{1}1 : 0001$	$= 36\ 04$		$36\ 06$
$1\bar{1}00 : 11\bar{2}1$	$= 47\ 11$		$47\ 14$
$10\bar{1}1 : 11\bar{2}1$	$= 25\ 38$		$25\ 38$
$10\bar{1}1 : 01\bar{1}1$	$= 34\ 13$		$33\ 51$

Die Kristalle stimmen danach in den Winkeln sehr nahe überein mit denen des Rubidiumsalzes.

Optisch einachsig positiv, zirkularpolarisierend, indem durch die Basis zwischen gekreuzten Nicols bei Drehung keine merkliche Änderung der Helligkeit eintritt, wohl aber die Farben beim Drehen des Analysators sich ändern. An einem Prisma mit zwei natürlichen Flächen // $\overset{|}{c}$ wurde gemessen:

$$\omega = 1{,}444, \quad \varepsilon = 1{,}491 \text{ (für gelb)}.$$

2. Caesiumdithionat, $2\,Cs_2S_2O_6 . H_2O$.

Rhombisch, holoedrisch.

$$a : b : c = 0{,}8832 : 1 : 0{,}5058.$$

Beobachtete Formen (Fig. 1):

$\underset{b}{\{010\}} . \underset{a}{\{100\}} . \underset{d}{\{120\}} . \underset{m}{\{110\}} . \underset{e}{\{201\}} . \underset{p}{\{111\}}$.

$*100 : 110$	$= 41°27'$	beob.,	— ber.
$110 : 120$	$= 19\ 05$		$19°02'$
$010 : 120$	$= 29\ 28$		$29\ 31$
$*110 : 111$	$= 52\ 37$		—
$\bar{1}10 : 20\bar{1}$	$= 55\ 37$		$55\ 38$
$20\bar{1} : 11\bar{1}$	$= 30\ 07$		$30\ 04$
$120 : 111$	$= 54\ 58$		$54\ 59$
$120 : 1\bar{1}1$	$= 97\ 14$		$97\ 13$
$110 : 1\bar{1}1$	$= 85\ 43$		$85\ 42$

Ebene der optischen Achsen (010), spitze positive Bisektrix (010), $2\,E_{Na} = 51{,}5^0$, $\nu > \varrho$.

Das entsprechende Rubidiumsalz wurde nur in mikroskopischen, nicht meßbaren Nadeln erhalten.

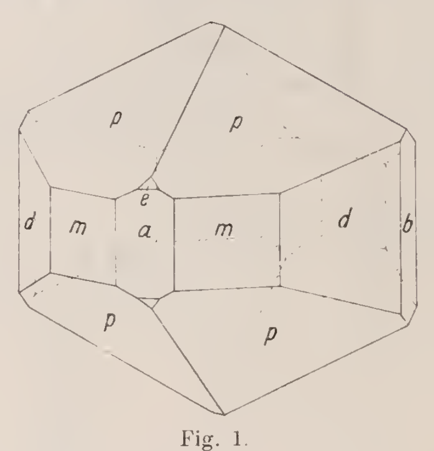


Fig. 1.

3. Terpin. $C_{10}H_{18}(OH)_2$.

Rhombisch, holoedrisch.

a : b : c = 0,7888 : 1 : 0,8224.

Die wasserhellen, bis 5 mm großen Kristalle sind z. T. tafelig nach $\underset{c}{(001)}$, z. T. pyramidal durch $\underset{p}{\{111\}}$ (Fig. 2); außerdem sind beobachtet $\underset{q}{\{221\}}$ und $\underset{d}{\{011\}}$.

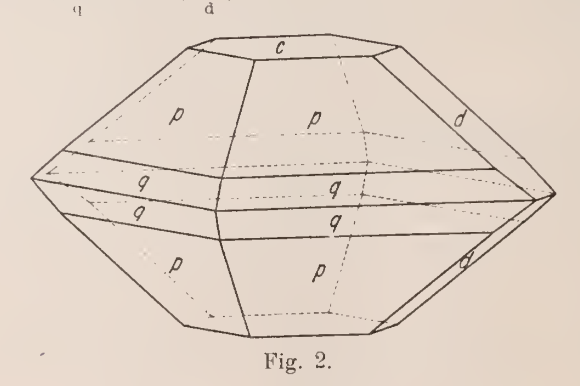


Fig. 2.

	beob.,	ber.
*001 : 111 =	53° 01′	—
*1$\bar{1}$1 : 111 =	59 19	—
001 : 221 =	69 25	69° 22′
11$\bar{1}$: 1$\bar{1}$1 =	102 24	102 19
111 : 011 =	38 53	38 51
001 : 011 =	39 29	39 26

Die Ätzfiguren (mit Wasser, Alkohol; die besten mit Monobromnaphthalin) auf (001) und (111) bestätigen die rhombische Holoedrie. Spaltung sehr vollkommen nach (001), muscheliger Bruch nach (010), unvollkommene Spaltung nach (110).

Durch (010) Austritt der spitzen positiven Mittellinie, Achsenebene // (001), Achsenwinkel in Monobromnaphthalin für die grüne Quecksilberlinie $\lambda = 546{,}1\ \mu\mu$:

$$2\,H = 72^{0}\,5'.$$

An einer Spaltplatte nach (001) wurde mittels Abbe'schem Refraktometer für dieselbe Linie (mit verkleinerndem Fernrohr) bestimmt:

$$\alpha = 1.5209, \quad \beta = 1{,}5292, \quad \gamma = 1{,}5416.$$

daraus $2\,V = 79^{0}\,0'$, während aus $2\,H$ und β folgt $2\,V = 79^{0}\,42'$.

Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, daß Rud. Klein in seiner Dissertation (Göttingen 1912, p. 12) die ihm von mir über die Kristallform des aktiven Carvotanacetoxim gemachten Angaben falsch wiedergegeben hat; nicht die rhombischen Kristalle sind hemimorph, sondern die monoklinen.

Über die Bedeutung der Ostwald'schen Impfschwelle.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Wilh. Ostwald [1] fand als untere Grenze der Natriumchloratmengen, die eine bestimmte metastabile $NaClO_3$-Lösung zur Kristallisation veranlassen, 10^{-10} g; das ergibt, da die Dichte des kristallisierten Natriumchlorates gleich $D = 2{,}49$ ist, 4×10^{-11} cm³. Dieses Volumen kann keineswegs die Bedeutung des kleinstmöglichen $NaClO_3$-Kristalles haben, da nach röntgenometrischem Befund die Inhalte der primitiven Gitterparallelepipeda von der Größenordnung 10^{-24} bis 10^{-22} cm³ sind. Das Volumen 10^{-11} cm³ mag „Impfschwelle" heißen.

Jene 4×10^{-11} cm³ $NaClO_3$, die noch gerade wirkten, waren durch Verdunstung eines Tropfens verdünnter Lösung in einer Platinöse entstanden und stellten offenbar einen sehr kleinen Würfel oder einige wenige solche dar. Weil nun winzige Kristalle eine größere Sättigungskonzentration liefern als makroskopische Individuen, so liegt die übrigens schon von Ostwald (l. c.) geäußerte Vermutung nahe, daß Ostwald's in bezug auf große Kristalle metastabile Lösung gegenüber Individuen von 10^{-12} cm³ nicht mehr übersättigt war, so daß letztere nicht mehr zu wirken vermochten.

[1] Wilh. Ostwald, Zeitschr. f. phys. Chem. **22**. 289. 1897.

Man kann diese Annahme mittels folgender Formel prüfen, die ebenfalls von Wilh. Ostwald [1], aber bei anderer Gelegenheit, abgeleitet wurde.

$$r = \frac{2 \gamma M}{R T D \ln \frac{L_r}{L}}.$$

Hierin bedeutet r die halbe Kantenlänge eines sehr kleinen Würfels [2] einer Kristallart in cm, M deren Molgewicht in g, T die absolute Temperatur in Celsiusgraden, $R = 8{,}3 \times 10^7$ die absolute Gaskonstante in Erg, D das „spez. Gewicht" der Kristallart, L die Löslichkeit großer Kristalle, L_r diejenige kleiner Würfel von der Kantenlänge 2 r und γ die Grenzflächenspannung zwischen Kristallwürfeln und Mutterlauge in Dynen/cm.

Wir betrachten nun die Konzentration von Ostwald's metastabiler Lösung als Sättigungskonzentration L_r jener $NaClO_3$-Würfel von 10^{-12} cm³ Inhalt, die nicht mehr zu wirken vermochten; ist unsere Betrachtungsweise richtig, so muß obige Formel ein r ergeben derart, daß $(2r)^3 = 10^{-12}$ ist. Zur Berechnung setzen wir für Natriumchlorat $M = 106{,}5$, $T = 273 + 18$, $D = 2{,}5$, $L = 95$ (g pro 100 g Wasser) [3], $L_r = 107$, d. i. die Konzentration der von Ostwald bei Zimmertemperatur geimpften metastabilen Lösung, und $\gamma = 2000$; letztere Zahl liegt zwischen den γ-Werten, die G. Hulett [4] für Gips und für Schwerspat ermittelte (1100 bezw. 4000 Dynen/cm).

Dann ergibt sich aus obiger Formel $r = 6 \times 10^{-5}$ cm und somit $(2r)^3 = 2 \times 10^{-12}$ cm³ als Volumen des $NaClO_3$-Würfels, dessen Sättigungskonzentration $L_r = 107$ g pro 100 g H_2O ist; in der Tat wirken bei dieser Konzentration nach Ostwald nur Kristalle, deren Volumen mehr als 10^{-12} cm³ beträgt.

Unsere Auffassung des Wesens der Impfschwelle wird also vorzüglich bestätigt. Die Richtigkeit dieser Deutung kann künftig dadurch genauer geprüft werden, daß man die Impfschwellen für verschiedene metastabile Konzentrationen L_r einer und derselben Lösungsart experimentell feststellt. Solche Feststellungen können ferner, wenn jene Erklärung sich bewährt, auf viele Kristallarten zur Berechnung ihrer Grenzflächenspannungen ausgedehnt werden.

---

[1] Wilh. Ostwald, Zeitschr. f. phys. Chem. **34**. 503. 1900; vergl. die Korrektur von H. Freundlich, Kapillarchemie. p. 144. Leipzig 1909. Streng gilt diese Formel nur für verdünnte Lösungen.

[2] Bei Ostwald bedeutet r den Radius einer Kugel; es läßt sich aber leicht zeigen, daß die Kantenlänge 2 r eines Würfels ebenfalls zu obiger Formel führt.

[3] Vergl. Landolt-Börnstein's Tabellen. p. 557. 1905.

[4] G. Hulett, Zeitschr. f. phys. Chem. **37**. 385. 1901; vergl. die Korrektur von H. Freundlich, Kapillarchemie. p. 144. Leipzig 1909.

Eine interessante Wirbeltierfauna im Buntsandstein des Schwarzwaldes.

Von **F. v. Huene** in Tübingen.

Mit 8 Abbildungen im Text.

Der im allgemeinen fossilarme deutsche Buntsandstein hat immerhin schon eine kleine Anzahl von Stegocephalen- und Reptilresten geliefert. Erstere sind viel häufiger als letztere. Sie wurden hauptsächlich von Helgoland, Bernburg, mehreren Orten der Vogesen und des Schwarzwaldes beschrieben oder erwähnt. Reptilien sind aus der Gegend von Göttingen, Bernburg, Coburg, der Eifel und Basel beschrieben. Es seien nur genannt:

Trematosaurus Braunii n. *ocella*
Capitosaurus nasutus, *Fronto*, *Helgolandiae*, ? *Fuerstembergianus*, ? *Vaslenensis*
? *Odontosaurus Voltzii*
Koiloskiosaurus coburgiensis
Eifelosaurus triadicus
Sclerosaurus armatus
? *Basileosaurus Freyi*
Ctenosaurus Koeneni
Mesorhinus Fraasi

Das Vorhandensein einer reichen weiteren Fauna ist durch die zahlreichen fossilen Fährten erwiesen. Da man also noch so wenige der Formen faktisch kennt, dürfte jeder neue Beitrag von Interesse sein. In den letzten Jahren sind namentlich im württembergischen Schwarzwalde eine Anzahl von z. T. neuen Fundorten von Knochenspuren im obersten Horizont des mittleren Buntsandsteins bekannt geworden. Ich verweise auf die Zusammenstellung von Axel Schmidt: Über Fossilhorizonte im Buntsandstein des östlichen Schwarzwaldes. Mitt. geol. Abt. k. württ. stat. Landesamts. No. 7. 1910 (in den Württ. Jahresh.).

Aus diesem Horizont besitzt Herr Bergrat Schüz in Calw eine umfangreiche Sammlung, die wertvolle Aufschlüsse über die Zusammensetzung der Fauna zu liefern imstande ist. Es sind aber zu einer Bearbeitung der Fauna verschiedene technische Vorarbeiten nötig, die ich teils aus Zeitmangel, teils aus anderen Gründen jetzt während des Krieges nicht ausführen kann. In dankenswertester Weise hat Herr Bergrat Schüz mir die Benützung seiner Sammlung gestattet. Da ich infolge von Kriegsverwundung in Wildbad war, konnte ich einige Male im nahen Calw mir die Sachen ansehen und einiges zeichnen. Dabei fanden sich so überraschende Tatsachen, daß es mir angezeigt scheint, sie doch schon jetzt in dieser kurzen und unvollständigen Weise bekannt zu geben. Ich greife hier nur einzelne Knochen heraus.

Es sind dreierlei Gruppen von Knochen vorhanden, sie repräsentieren 1. Labyrinthodonten (Stereospondyli), 2. temnospondyle Formen und 3. altertümliche Reptilien.

1. Kieferstücke von Labyrinthodonten, wie sie auch von Mart. Schmidt 1907 beschrieben wurden, sowie Schädelteile und — z. T. wundervoll erhaltene — Panzerplatten finden sich in der Schüz-schen Sammlung. Ihre genaue Bearbeitung wird manches Neue bieten, aber von grundlegender Bedeutung sind diese Formen nicht, da Labyrinthodonten gleichen Alters in guter Erhaltung aus anderen Gegenden bekannt sind. Ich habe deutlich Labyrinthodonten von zwei verschiedenen Größen erkennen können. Es sind also wohl mindestens zwei Arten oder Gattungen vorhanden. Sehr schöne Clavikeln und ein vorzüglicher oberer Wirbelbogen sind u. a. da.

2. Temnospondyle Stegocephalen von sehr bedeutender Größe sind durch Wirbel — wie mir scheint — einwandfrei nachzuweisen. Sie sind sehr viel weniger zahlreich als die sicheren Labyrinthodonten-Reste. Am beweiskräftigsten scheint mir das apfelschnitzförmige Intercentrum mit Parapophysen zu sein (Fig. 1). Ein Ver-

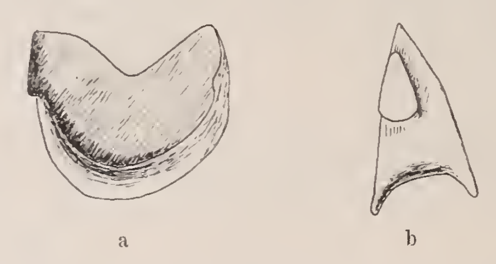


Fig. 1. Intercentrum eines Temnospondylen mit beiden Parapophysen (nur eine auf der Figur deutlich sichtbar). $\frac{1}{2}$ nat. Gr. a Hohlraum von hinten. b seitliche Ansicht, positiv gedacht. (No. 14 der Schüz'schen Sammlung.)

gleich mit den gut bekannten Wirbeln von *Eryops* wirkt am überzeugendsten. Das Intercentrum ist in der Mitte oben tief ausgeschnitten. Unten ist es stark eingezogen, so daß beide Gelenkränder weit vorragen. Die wenig erhöhte Parapophyse ist apfelkernförmig. Maße des abgebildeten Stückes:

Transversaldurchmesser	5 cm
Höhe	4,5 „
Länge	2,8 „
Höhe der Parapophyse	1,9 „
Breite „ „ unten . . .	1 „

Die Temnospondyli, die ihre Hauptverbreitung im Carbon und Perm haben, sind aus Amerika bisher noch nicht aus der Trias bekannt. Nur ganz vereinzelte Nachzügler (*Micropholis, Batrachosuchus, Brachyops, Gondwanosaurus, Bothriceps*) kennt man aus triassischen Schichten von Gondwanaland (S.-Afrika, Indien, Australien).

Von Europa sind temnospondyle Stegocephalen in der Trias bisher nicht bekannt. Hier ist ihr Vorkommen zum erstenmal festgestellt.

3. Auf Theromorphen (in WILLISTON's Sinn 1916) oder doch nicht allzuweit verwandte Reptilien deuten eine größere Anzahl von Knochen, resp. Hohldrücke der SCHÜZ'schen Sammlung. Es sind namentlich Wirbel, ein Femur, Beckenknochen u. a. Die vorhandenen Wirbelkörper, z. T. mit einem kleinen Teil des oberen Bogens noch daran, sind mäßig gestreckt, in der Mitte stark eingeschnürt, mit scharf vorragenden Gelenkrändern, mehr oder weniger stark amphicöl und mit oben längs sehr tief in den Wirbelkörper eingefurchtem Rückenmarkskanal, dessen Höhlung sich nach unten keilförmig verengert.

Ich will einige Wirbel zunächst einzeln kurz vorführen.

Ein halber Wirbelkörper, der körperlich erhalten ist (Fig. 2), zeigt den nach der Mitte hin tief eingesenkten Rückenmarkskanal. Der in der Mitte sehr stark eingeschnürte Wirbelkörper ist seitlich komprimiert und unten in einer scharfen Längskante zugeschärft.



Fig. 2. Halber Wirbelkörper eines Theromorphen in drei Ansichten. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. Plastisch erhalten. (No. 5 der SCHÜZ'schen Sammlung.)

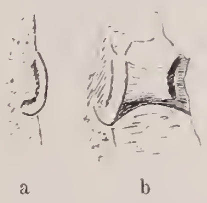


Fig. 3. Plastisch erhaltener Wirbelkörper eines Theromorphen im Gestein. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. (No. 6 der SCHÜZschen Sammlung.)

Die Gelenkfläche ist mit dickem und unten stark umgeschlagenem Rand versehen, so daß man mit Sicherheit auf das Vorhandensein von Intercentra schließen kann; ihr Umriß ist schmal herzförmig, mit scharfer Spitze nach unten. Höhe 2,6 und Breite 1,9 cm. Die Gelenkfläche selbst ist mäßig vertieft. Der ganze Wirbeltypus erinnert mich sehr stark an einen solchen aus dem unteren Muschelkalk von Gogolin, den ich 1905 (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XX. p. 351. Fig. 43 u. Taf. VI, 3) abgebildet habe.

Ein anderer, ebenfalls plastisch erhaltener Wirbelkörper gehört zweifellos derselben Art an (Fig. 3). Er zeigt den gleichen dicken und umgeschlagenen Rand an der Gelenkfläche. Letztere ist aber unten nicht zugespitzt. Der Wirbelkörper ist ca. 2 cm lang und ebenso hoch, seitlich komprimiert.

Ein weiterer Wirbel steckt ebenfalls körperlich im Gestein, und zwar mit dem oberen Bogen (Fig. 4). Es ragt aber nur das eine Ende des Wirbels in schlechter Erhaltung aus dem Gestein.

Man erkennt einen ziemlich kurzen dünnen Dornfortsatz, eine sehr große fünfeckige Öffnung des Rückenmarkskanals, darüber zwei dicke Postzygapophysen, die aber wahrscheinlich von einem hier nicht erhaltenen, davor liegenden Wirbel stammen. Es wäre also die Vorderansicht des Wirbels. Darunter sind unvollständig Teile der vorderen Gelenkfläche des Wirbelkörpers zu sehen.

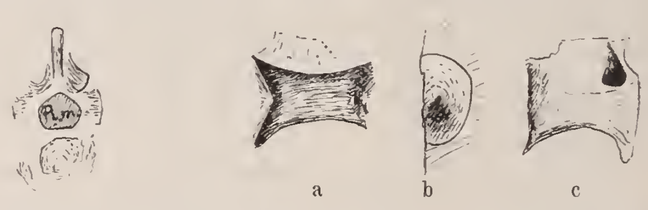


Fig. 4. Plastisch erhaltener Wirbelkörper eines Theromorphen im Gestein. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. Dornfortsatz mit natürlichem Oberende, Postzygapophysen, Rückenmarksloch und Teil der Gelenkfläche sichtbar. (No. 3 der Schüz'schen Sammlung.)

Fig. 5. Hohldruck des Wirbelkörpers eines Theromorphen in $\frac{1}{2}$ nat. Gr. a Seitliche Ansicht, Ausfüllung des Rückenmarkskanals und Hohlkegel der amphicölen Gelenkflächen sichtbar; b eine Gelenkfläche; c Abdruck der lateralen Außenseite mit Teil des Rippenausatzes. (No. 1 der Schüz'schen Sammlung.)

Die anderen Wirbelcentra, die ich hier erwähnen will, sind nur als scharfe Hohldrücke erhalten. Derjenige Fig. 5 ist auch etwas seitlich komprimiert, deutlich amphicöl, mit eingefurchtem Rückenmarkskanal. Er zeigt rechts den Ansatz des oberen Bogens mit einer vorn gelegenen scharfen Strebe, die nach oben zieht; diese erinnert mich auch sehr an den schon erwähnten Wirbel von Gogolin. Der Wirbelkörper ist 3 cm lang, 2,5 cm hoch und ca. 1,8 cm breit.

Ein anderer, etwas größerer, aber relativ kürzerer Wirbel zeigt ebenfalls eine scharfe Strebe am beginnenden oberen Bogen (No. 7 in der Schüz'schen Sammlung). Das Centrum ist 3,5 cm lang und ebenso hoch.

Die größeren Wirbel sind stärker eingeschnürt und mit tiefer eingefurchtem Rückenmarkskanal versehen (Fig. 6 u. 7). Die Maße der beiden hier abgebildeten sind:

Fig. 6.	Länge des Wirbels	4,	Höhe	3,5	und Breite	2.8	der Gelenkfläche.
„ 7.	„ „ „	4,3	„	3,5	„ „	5	„ „

Der größere dieser beiden Wirbel (No. 4 der Schüz'schen Sammlung) ist an der vorderen Gelenkfläche wesentlich schmäler als an der gemessenen hinteren. Hieraus und in Zusammenhang mit der relativen Größe (falls es sich um die gleiche Art wie die vorhin beschriebenen Wirbel handelt) ergibt sich, daß dieser Wirbel dicht vor dem Sacrum gelegen war. Diese Tatsache deutet auf

ein starkes Sacrum und Becken und somit auf ein ausgesprochenes Landreptil. Bei *Deuterosaurus* aus dem Perm des Ural ist z. B. auch zu beobachten, wie die vorne schlanken Wirbelkörper nach hinten nicht nur an Größe, sondern namentlich an relativer Breite sehr bedeutend zunehmen.

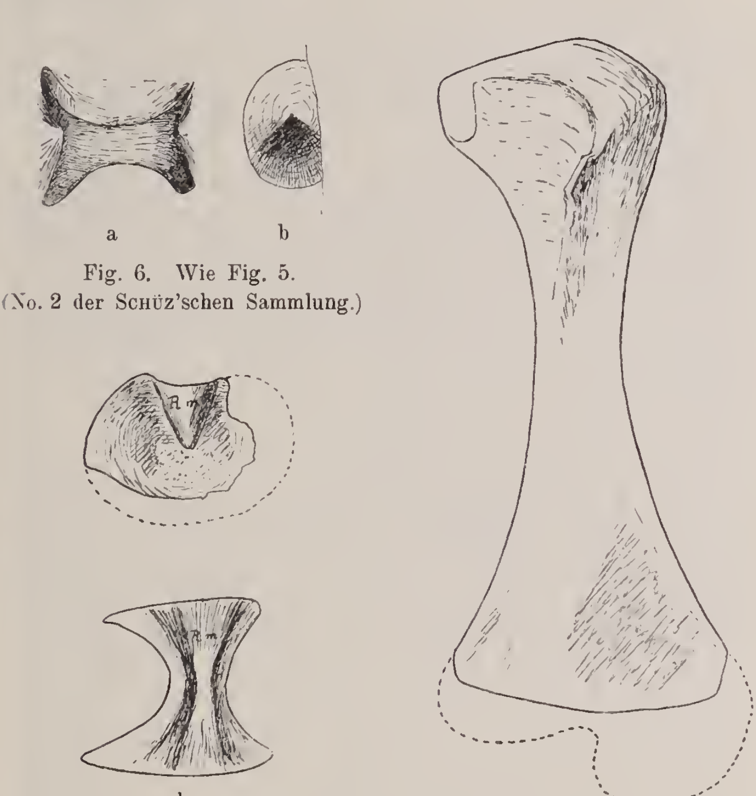


Fig. 6. Wie Fig. 5.
(No. 2 der Schüz'schen Sammlung.)

Fig. 7. Wie Fig. 5.
a Negativ von vorn, b von oben.
(No. 4 der Schüz'schen Sammlung.)

Fig. 8. Hohldruck des linken Femur eines Theromorphen, positiv gedacht. $\frac{1}{2}$ nat. Gr. (No. 16 d. Schüz'schen Samml.)

Von anderen Knochen ist in erster Linie ein linkes Femur wichtig und als Hohlraum gut erhalten. Die distale Epiphyse fehlt (Fig. 8). Es ist ein für so altertümliche Reptilien recht schlanker Knochen. Der mittlere und distale Teil ist im Gestein flachgedrückt, dagegen der proximale Teil recht dick und kräftig. Durch den proximalen, medial plattenförmig vorragenden Trochanter ist der Knochen osteologisch sicher zu bestimmen. Der Knochen erinnert am meisten an *Dimetrodon* und *Sphenacodon*. Die Maße sind:

Länge	18	cm
Größte Breite, proximal	6	„
„ „ distal	7	„
Durchmesser, Mitte	2,5	„

Zahlreiche große und gut erhaltene Rumpf- und Schwanzrippen lasse ich hier unberücksichtigt, weil ich sie zunächst nicht sicher von Temnospondylen unterscheiden kann. Auch große bezahnte, aber schlecht erhaltene Kieferstücke sind da, von denen ich aber auch momentan nicht entscheiden kann, ob sie hierher oder zu Temnospondylen gehören.

Zu den Wirbeln und dem Femur gehören ein Stück einer Scapula (No. 23), ein flacher Längsschnitt durch ein ganzes Ilium (No. 19), die beide sehr an *Sphenacodon* erinnern, ferner ein ganzer Knochen, der ein Ischium (No. 18) sein dürfte.

Soviel ich vorläufig beurteilen kann, hat die im Buntsandstein der Calwer Gegend repräsentierte Reptilform ihre nächsten Verwandten in den nordamerikanischen Theromorphen (wie Williston sie 1916 definiert). Die genauere Ausführung möchte ich auf ruhigere Zeiten verschieben. Es ist dies eine noch nicht so extrem spezialisierte Form wie *Ctenosaurus*.

Es ist auffallend und bedauerlich, daß diese im mittleren Buntsandstein des Schwarzwaldes so sehr verbreitete Fauna noch so gut wie völlig unbekannt ist. Ebensolche Abdrücke von Kieferalveolen, wie E. Fraas sie 1901 (Württ. Jahresh. p. 318) von Teinach beschrieb, werden auch bei Calw gefunden (s. Schüz'sche Sammlung), und es befinden sich genau solche und von ebenso bedeutender Größe im naturhistorischen Museum in Basel von Warmbach bei Rheinfelden (? mittlerer Buntsandstein). Fraas deutete sie als Labyrinthodonten, sollten es nicht eher Temnospondyle sein? Ich kann jedoch eben der Frage nicht nachgehen. Man sieht nur aus der Verbreitung, daß diese Fauna durch den ganzen Schwarzwald geht. Ihre besondere Wichtigkeit liegt in dem Vorkommen von Temnospondylen und Theromorphen. Erstere sind die allerletzten Ausläufer ihrer Ordnung in Europa. Letztere sind als Beitrag zur Kenntnis der jüngsten Vertreter der altertümlichen Reptilien in der germanischen Trias höchst willkommen. Denn irgendwo in dieser Gegend muß man den Anschluß der eigenartigen, vom tiefsten Muschelkalk bis in die jüngste Trias verbreiteten Placodontier suchen, vielleicht auch den der Sauropterygier. Ich vermute, daß die Deuterosauriden des uralischen Perm hierbei eine nicht unwichtige Rolle spielen. Diese höchst wichtigen und interessanten Fragen müssen aber leider noch der Zukunft überlassen bleiben.

Besprechungen.

Bernhard Halle: Handbuch der praktischen Optik. 128 p. 104 Abb. Verlag: Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker", Berlin-Nikolassee. 1913.

Das Werk ist von einem praktischen Optiker auf Grund von Erfahrungen verfaßt worden, die in mehr als vierzigjähriger Tätigkeit gesammelt wurden. Es will den Fachmann in der Werkstatt unterstützen, indem es Regeln für die Ausführung bestimmter Arbeiten gibt und Ratschläge zur Verhütung von Mißgriffen erteilt. Der Stoff gelangt in nachstehenden Abschnitten zur Darstellung. 1. Prüfung des Rohglases auf seine Fehler (p. 7—10). — 2. Über das Schlämmen der Schleifmittel (p. 10—15). — 3. Herstellung der Lehren (p. 15—19). — 4. Herstellung der Schleifschalen (p. 19—23). — 5. Die gebräuchlichsten Kitte für optische Zwecke (p. 23—26). — 6. Das Glasschneiden (p. 26—30). — 7. Die Schleif- und Polierbänke (p. 30—38). — 8. Die Zentrierbank (p. 39—40). — 9. Das Schleifen und Polieren (p. 40—48). — 10. Über das Schleifen sphärischer Flächen (p. 49—57). — 11. Das Zentrieren (p. 57—60). — 12. Die Achromate (p. 61—65). — 13. Fernrohr-Objektive und Teleskop-Spiegel (p. 66—75). — 14. Über Brillengläser (p. 76—79). — 15. Planparallel-Spiegel und -Platten (p. 80—86). — 16. Glasprismen (p. 86—95). — 17. Die Kristalle: a) Einiges über die Härte verschiedener Kristalle, b) Die Prüfung auf Reinheit, c) Optische Eigenschaften einiger der wichtigeren Kristalle der praktischen Optik, d) Die gebräuchlichsten Polarisations-Prismen (p. 95—113). — 18. Die Bearbeitung der Kristalle unter Berücksichtigung ihrer optischen Eigenschaften: Die Bearbeitung von a) Kalkspat, b) Natronsalpeter, c) Quarz, d) Turmalin, e) Steinsalz und Alaun (p. 113—119). — 19. Über die Orientierung der Kristallschliffe (p. 119—120). — 20. Die Gesteinsdünnschliffe (p. 120—124). — 21. Anhang: a) Die Versilberung von Glas, b) Herstellung von Leinölkitt (p. 124—128).

Der Mineraloge, der entweder selbst Kristall-Präparate herstellt oder sie durch andere herstellen lassen will, findet in dem Werke zahlreiche nützliche Ratschläge, die in der einschlägigen mineralogischen Literatur z. T. gar nicht, z. T. nicht in der hier gebotenen Art erteilt werden. Von besonderer Wichtigkeit sind die Darlegungen in nachstehenden Kapiteln. Im Abschnitt 1 werden die Zerkleinerung, die Aufbewahrung der Schleifmittel, ihre Entfernung von der Schleifplatte, die Verhütung der Mischung von Schleifmitteln verschiedener Korngröße und die bei der Wahl der

Schleifmittel zu beachtenden Gesichtspunkte geschildert. Abschnitt 5 handelt von den zu benutzenden Kitten, der Dicke der aufzutragenden Kittschicht, der Herstellung und der Aufbewahrung der Kitte. Bei der Beschreibung des Glasschneidens wird über die Behandlung der Diamantscheibe. über andere Schneidewerkzeuge (Kreissäge, Uhrmachersäge, gespanntes Messingblech) und deren Anwendung beim Zerkleinern von Gips, Glimmer, Aragonit, Flußspat, Kalkspat, Steinsalz und Alaun gesprochen. Abschnitt 7 befaßt sich eingehend mit dem Bau von Schleif- und Polierbänken und wäre bei Anschaffungen derartiger Vorrichtungen zu Rate zu ziehen. Das Schleifen und Polieren ebener Flächen schildert Abschnitt 9 besonders eingehend, indem die Fertigstellung eines Glasprismas in ihm erläutert wird; ebenso gibt Abschnitt 15 wertvolle Aufschlüsse über die Behandlung derartiger Flächen. Was im Kapitel 16 über Glasprismen gesagt wird, bietet auch nützliche Winke für die Herstellung von Prismen aus anderen Substanzen. Aus dem für Mineralogen sehr wichtigen Abschnitt 17 seien die Erörterungen über die Prüfung der Reinheit der Kristalle und die eingehenden, durch Abbildungen ergänzten Beschreibungen der verschiedenen Arten von Polarisationsprismen hervorgehoben. Für jedes Prisma ist der mit seiner Herstellung verknüpfte Materialverlust angegeben, ebenso ist ersichtlich gemacht, wieweit eine bestimmte Prismenkombination für konvergentes Licht verwendbar ist. Abschnitt 18 vervollständigt die Angaben des Abschnittes 6 über die Zerkleinerung von Kristallen und schildert deren weitere Bearbeitung. Neben der Herstellung einzelner Gesteins-Dünnschliffe wird im 20. Abschnitt auch deren Massenerzeugung behandelt und ein Wärmeofen beschrieben, der beim Auflegen der Gesteinsbruchstücke auf die Objektträger benutzt wird. **Karl Schulz.**

Personalia.

Habilitiert: Dr. **Jan Versluys** für Hydrologie an der Technischen Hochschule in Delft (Holland).

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Kristallstruktur und chemische Valenz.

Von **J. Beckenkamp** in Würzburg.

Mit 10 Textfiguren.

L. Meyer[1] hat zuerst die Meinung ausgesprochen, daß bei den kristallisierten Körpern der Begriff des Moleküls sich nicht so scharf definieren lasse wie bei den Gasen.

Als regelmäßiges Punktsystem bezeichnet man ein solches, in welchem die Verteilung um jeden Massenpunkt dieselbe ist wie um jeden anderen. Die 65 regelmäßigen Punktsysteme Sohncke's setzten einen Kristall mit lauter kongruenten Bausteinen voraus, bestehend entweder aus je einem chemischen Molekül oder aus einem Vielfachen von solchen; doch waren nur die Schwerpunkte der Bausteine in Betracht gezogen und diese bildeten ein solches System, daß um jeden Punkt die Anordnung der übrigen dieselbe war wie um jeden anderen. Faßt man aber in einem solchen System die einzelnen Atome ins Auge, welche die Bausteine zusammensetzen, so ist keineswegs um jedes Atom die Anordnung aller anderen Atome des ganzen Systems dieselbe wie um jedes andere. Wohl aber bilden die analogen Atome aller Kristallbausteine für sich ein regelmäßiges Punktsystem. Sobald man also in der früheren Theorie die ein Kristallelement zusammensetzenden Atome als selbständige Bestandteile des Systems auffaßt und nicht mehr als Unterbestandteile eines Kristallbausteins, wenn man sie z. B., um dieser Selbständigkeit Ausdruck zu geben, weiter auseinanderrückt, so ist die frühere Theorie bereits in die „verallgemeinerte Theorie“ übergegangen. Nach der erweiterten Theorie Sohncke's finden alle bekannten Kristallgestalten ihre unmittelbare Erklärung in der Struktur[2] und der Begriff des chemischen Moleküls und der Valenz ist dabei bedeutungslos geworden.

Groth definiert dementsprechend den kristallisierten Zustand in folgender Weise: „Ein Kristall ist ein homogener (d. h. in sehr kleinen Abständen periodisch gleich beschaffener) Körper, welcher aus den Atomen in der Art aufgebaut ist, daß deren Schwerpunkte (ruhend gedacht) ein aus einer Anzahl ineinander gestellter Raumgitter bestehendes regelmäßiges Punktsystem bilden“. „Moleküle existieren nur in den amorphen Körpern (Gasen, Flüssigkeiten, Kolloiden)“ [3].

---

[1] L. Meyer, Moderne Theorien der Chemie. 4. Aufl. 1883. p. 303.

[2] Vergl. J. Beckenkamp, Stat. u. kinet. Kristalltheorien. I. Teil. (Geometr. Eigensch. d. Kr.) Berlin 1913.

[3] Zeitschr. f. Krist. 1915. 54. p. 73.

In einer weiteren Veröffentlichung[1] äußert sich Groth wie folgt: „Die im Gase, der Schmelz- oder der gesättigten bezw. übersättigten Lösung vorhandenen Moleküle werden, sobald sie sich einander so nähern, daß sie richtende Kräfte aufeinander ausüben, eine dem Gleichgewichte dieser Kräfte entsprechende gegenseitige Orientierung annehmen, entweder die parallele oder, wenn ihrer Drehung größere Widerstände entgegenwirken (Viskosität der Lösung u. dergl.), eine sogen. Zwillingsstellung. Bei der nun erfolgenden Vereinigung von zwei und mehr Molekülen zu einer Kristallpartikel treten an Stelle eines Teils der bisherigen inneren Atomverbindungen solche zwischen den Atomen benachbarter Moleküle, um die unter den obwaltenden Verhältnissen (Temperatur, Druck) stabile Kristallstruktur zustande zu bringen. Offenbar muß es von der Struktur der betreffenden Moleküle abhängen, welche ihrer Atomverbindungen in dem neuen Gleichgewichtszustande erhalten bleiben und welche durch andere ersetzt werden. Daß in der Tat ein Teil der im Molekül vorhandenen inneren Bindungen auch in den Kristallbau übergeht, beweisen die mannigfachen, bisher erkannten Beziehungen zwischen der Struktur des chemischen Moleküls und der Kristallstruktur bezw. Kristallform". „Zunächst kommt hier in Betracht die Tatsache, daß zwei analoge Salze wie Kaliumsulfat und -Selenat, welche zweifellos eine übereinstimmende chemische Struktur besitzen, auch eine Übereinstimmung ihrer Kristallstruktur und infolgedessen ihrer Kristallform zeigen, wie es durch die Entdeckung der Isomorphie von Mitscherlich nachgewiesen wurde. Ein zweiter für das Fortbestehen intramolekularer Atombindungen in der Kristallstruktur sprechender Umstand ist der, daß die letztere und somit auch die Kristallform in vielen Fällen Symmetrieverhältnisse zeigt, welche unzweifelhaft schon im Molekül vorhanden waren, z. B. eine trigonale Hauptachse bei Substanzen, deren Konstitutionsformel einen deutlich drei- oder sechszähligen Charakter hat, wie Al_2O_3, Fe_2O_3, $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, $As(SAg)_3$, $NaNO_3$, $CaCO_3$, $MgSiF_6 \cdot 6H_2O$, CHJ_3, $NH(C_2H_5)_3J$, $C_6H_3(COOC_2H_5)_3$ u. a. Enthält eine Verbindung ein oder mehrere asymmetrische Kohlenstoffatome und existiert sie daher in zwei Arten von Molekülen, welche zueinander im Verhältnisse der Enantiomorphie stehen, so überträgt sich dieser Charakter stets auch auf die Kristallstruktur und es entstehen aus ihnen zweierlei, nicht deckbar, sondern nur spiegelbildlich gleiche Strukturen bezw. Kristallformen (Pasteur'sches Gesetz)".

In den Strukturbildern von W. H. und W. L. Bragg sind in der Tat keine Moleküle mehr zu erkennen[2]. Fig. 1 stellt z. B. nach W. L. Bragg die Struktur des NaCl und des KCl dar,

[1] Über Ringbildung und Kristallstruktur. Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 1914. 47. p. 2063.

[2] Zeitschr. f. Krist. 1915. 54. p. 67.

wenn man etwa die für sich ein vierfach-kubisches Gitter darstellenden (vollen) Punkte als die Schwerpunkte der Cl-Atome und die für sich ebenfalls ein vierfach-kubisches Gitter darstellenden Ringe als die der Na- bezw. K-Atome betrachtet. Da beim KCl der Unterschied zwischen den Atomgewichten von K und Cl nur gering ist, so hat das BRAGG'sche Strukturbild des Sylvins mit großer Annäherung die Eigenschaften eines einfach-kubischen[1] Gitters. Es läßt sich in der Tat aus dem BRAGG'schen Bilde (Fig. 1) nicht ersehen, ob z. B. das die Mitte des dargestellten

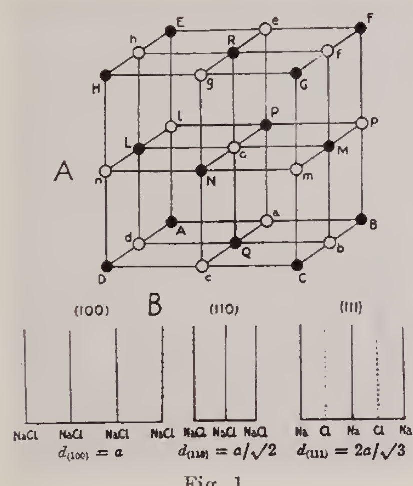


Fig. 1.

A. Anordnung der Atome beim Steinsalzkristall. Die (vollen) Punkte mögen Cl-Atome, die Ringe Na- bezw. K-Atome darstellen. B zeigt die Art der Besetzung und die Abstände der mit Atomen besetzten Schichten. (Nach W. L. BRAGG.)

Kubus einnehmende Na-Atom c zu dem Cl-Atom L oder M, N, P, Q oder R gehört; es ist also nach diesem Strukturbilde völlig unbestimmt, welche benachbarten Na- und Cl-Atome ein chemisches Molekül bilden. Die höhere Symmetrie der BRAGG'schen Bilder von Steinsalz und Sylvin spricht anscheinend allerdings gegen die Möglichkeit einer Valenz zwischen zwei bestimmten Na- und Cl-Atomen, vorausgesetzt, daß 1. die BRAGG'schen Bilder tatsächlich die Anordnung der Gesamtheit der Atome angeben und daß 2. die untersuchten Steinsalzplatten tatsächlich wie BRAGG voraussetzt, homogen waren. BRAGG leitet für KCl die gleiche Struktur ab wie

[1] In J. BECKENKAMP, Stat. u. kinet. Kristallth. II. Teil, Kristalloptik, Berlin 1915, p. 633 Zeile 18 v. o. steht statt dessen durch ein Versehen: „doppelt-kubisch“.

für $NaCl$, und doch kristallisiert KCl nicht holoedrisch, sondern pentagonikositetraedrisch [1].

Im Gegensatze zu den BRAGG'schen Strukturbildern sprechen die vom Verfasser abgeleiteten Bilder nicht gegen die Existenz von chemischen Molekülen.

Stellen in Fig. 2 die Mittelpunkte der weißen Kugeln den Schwerpunkt je eines Si-Atoms dar und liegen auf den kurzen weißen Stäben beiderseits vom Mittelpunkte gleichweit entfernt je

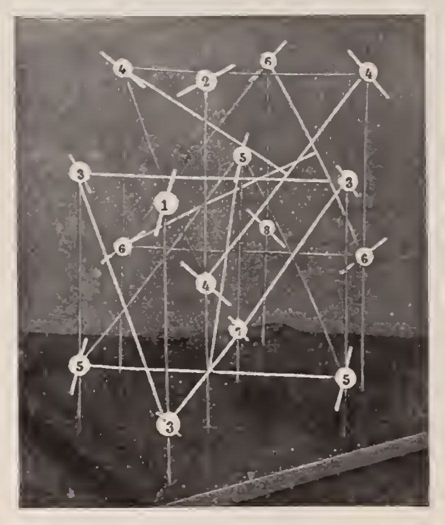


Fig. 2.

Anordnung q_R von Massenelementen mit einer bevorzugten Richtung nach dem doppelt-kubischen Gitter. Die bevorzugte Richtung wechselt nach den vier Oktaedernormalen; von denjenigen oktaedrischen Schichten, welche zu der von vorn oben nach rückwärts unten laufenden Oktaedernormalen senkrecht stehen, sind die Schichten 4, 5, 6 monoklin und im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers gegeneinander um 60° gedreht; die Schicht 3 ist hexagonal. Die Gesamtanordnung wäre regulär, doch ist nur die vertikale Achse eine zweizählige Schraubenachse.

ein Schwerpunkt eines O-Atoms, so gibt die Figur die von ihm abgeleitete Struktur des Quarzes. Für den Abstand je eines O-Atomes vom Si-Atom läßt sich zur Zeit zwar keine bestimmte Angabe machen; die Stäbe geben deshalb nur die Richtung an, in welcher die O-Atome zu ihrem Si-Atom liegen. Geht man in der Richtung eines Stabes bis zum nächsten Si-Atom, teilt den Abstand zwischen den beiden Si-Atomen in fünf Teile und trägt

[1] Vergl. P. GROTH, Chemische Krist. 1906. 1. p. 178.

von dem ersten Si-Schwerpunkte aus zwei Teile auf dem Stabe ab, so liegt hier der Schwerpunkt eines O-Atomes, wenn der Abstand zwischen den Si- und O-Atomen des Quarzes der gleiche ist wie zwischen den Fe- und S-Atomen des Pyrits. Je eine Kugel mit dem sie durchsetzenden Stabe deutet somit ein chemisches Molekül SiO_2 an. Die Schwerpunkte dieser Moleküle bilden ein doppelt-kubisches Raumgitter (Fig. 3). Unterdrückt man in Fig. 2 alle Moleküle bis auf diejenigen, deren Achsen parallel sind, so erhält man ein vierfach-kubisches Gitter (Fig. 4). Das doppelt-kubische Gitter der Fig. 2 besteht somit aus vier sich gegenseitig durchdringenden vierfach-kubischen Gittern. Betrachten wir ein solches

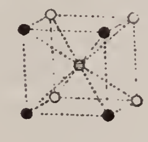


Fig. 3

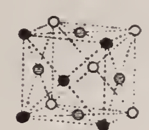


Fig. 4.

vierfach-kubisches Gitter, so erhält man die Lagen der O-Schwerpunkte durch einfache Schiebung aus den Lagen der Si-Schwerpunkte. Das vierfach-kubische System der einander parallel gestellten chemischen Moleküle kann also auch aufgefaßt werden als die Vereinigung von drei einander kongruenten vierfach-kubischen Gittern, von welchen das eine die Schwerpunkte von Si-Atomen, die beiden anderen die Schwerpunkte von O-Atomen darstellen. Indem wir nun die vier ineinander gestellten vierfach-kubischen Gitter in gleicher Weise auffassen, zerlegen wir das doppelt-kubische Gitter der Molekülschwerpunkte in eine Anzahl von vierfach-kubischen Gittern der Atomschwerpunkte.

Das von Sohncke und Bragg für den Quarz abgeleitete System der Si-Atome bildet von diesem, vom Verf. schon vor Bragg entwickelten System der Si-Atome nur ein bevorzugtes Teilsystem.

In einer früheren Mitteilung[1] wurde vom Verfasser nachzuweisen versucht, daß die Kräfte, welche die Atome im Molekül zusammenhalten, von der gleichen Art sein müssen wie diejenigen, welche die Moleküle im Kristallverbande halten. Es sind dies die geometrischen Verhältnisse der Wirkungsweiten der betreffenden Bauelemente und die Elektroaffinität. Aus Beziehungen der Achsenverhältnisse zu den Atomgewichten und den Molekularvolumina der Dioxyde der vierten Reihe des periodischen Systems der Elemente schließt er[2], daß von den Atomen Schwingungen ausgehen, deren Wellenlängen eine Funktion des Atomgewichts und von der Größen-

[1] Zeitschr. f. Krist. 1906. **42.** p. 448.

[2] Sitz.-Ber. d. phys.-med. Ges. Würzburg. 1911. p. 112 (Sep.-Abdr. p. 38).

ordnung der Wellenlängen der Röntgenstrahlen sind. Durch Interferenz dieser Wellen ergibt sich die gegenseitige Lagerung der Atome sowohl im Moleküle als auch im Kristall.

Bei der Untersuchung der Mineralien der Rutilreihe[1] kam Verf. zu der Vermutung, daß der Ausdruck $R_n = \frac{n}{A_x} A_o$, worin n eine für die Reihe des periodischen Systems geltende Ordnungszahl, A_x das Atomgewicht des betreffenden Elementes und A_o das des Sauerstoffs bedeuten, die Atomabstände des betreffenden Elements darstelle; der Radius des primären Atombereichs des Sauerstoffs kann gleich 1 gesetzt werden.

Diese Beziehung zwischen Atomgewicht und relativem Abstande zwischen den gleichartigen Atomen wurde auch bei den Mineralien der Calcitgruppe (und bei vielen anderen) bestätigt. Sie führt zu der Hypothese, daß das Atom aus gleichartigen Bausteinen — Uratomen — besteht, welche gleichartige Schwingungen aussenden; der Phasennullpunkt der Schwingungen folgt bei den einzelnen Uratomen in gleichen Zeitabständen nacheinander. Die Schwingungszahl einer vom Schwerpunkte des Atoms ausgehenden resultierenden (Summations-) Schwingung müßte dann proportional mit dem Atomgewichte sein. Die obige Beziehnung deutet aber an, daß n-Atomteile (oder wohl richtiger ein Multiplum von n-Atomteilen) mit gleicher Phase schwingen.

Setzen wir n für O, N und Cl gleich 1, für K gleich 2, dann verhalten sich nach dieser Formel die Wirkungsweiten von Na und Cl wie 3,08 : 2, also annähernd wie 3 : 2 = 1 : 0,666. Das Verhältnis 2 : 3 steht dem Verhältnisse 0,7071 : 1 der Punktabstände in der Richtung der Granatoedernormalen g und der Hexaedernormalen h näher als irgend ein anderes einfaches Verhältnis und kommt wohl deshalb in der Kristallwelt häufig vor. Wirkt z. B. das Cl-Atom vorwiegend in der Richtung der Granatoedernormalen, so paßt die Wirkungsweite des Natriumatoms annähernd für die Richtung der Hexaedernormalen. Wegen der nahen Beziehung 2 : 3 stören sich aber beide Atomarten auch nicht, wenn sie in einer und derselben Richtung wirken. Nehmen wir z. B. an (Fig. 5), $Cl_1 k_{Cl}$ und $Cl_2 k_{Cl}$ seien die normalen Wirkungsweiten des Chloratoms in der Richtung einer Hexaedernormalen und $Na_1 k'_{Na}$ sowie $Na_2 k''_{Na}$ die normalen Wirkungsweiten des Natriumatoms in der gleichen Richtung. Reduzieren wir den normalen Abstand $Cl_1 - Cl_2$ des Cl-Atoms auf die Hälfte, den des Natriums $Na_1 - Na_2$ auf ein Drittel, d. h. auf $Cl_1 k_{Cl}$ und $Cl_2 k_{Cl}$ sowie $Na_1 k'_{Na}$, $k'_{Na} k''_{Na}$ und $Na_2 k''_{Na}$, dann wäre bei k_{Cl} Platz für ein drittes Cl-Atom, bei k'_{Na} und bei k''_{Na} Plätze für zwei weitere Na-Atome. Bei dem Bragg'schen Bilde sind nun auf zwei in der

[1] Zeitschr. f. Krist. 1906. **42**. p. 449.

gleichen Hexaederebene liegenden benachbarten Netzlinien in der Richtung der Hexaedernormalen h diese Punkte tatsächlich so besetzt wie in der dritten und vierten Reihe angedeutet ist. Wäre das Verhältnis der beiden Wirkungsweiten genau gleich 2 : 3, dann würden Na-Atome genau den Stellen gegenüber liegen, an welchen in der Reihe der Cl-Atome eine entsprechende Stelle für ein Cl-Atom vorhanden wäre, die aber nicht mit einem solchen besetzt ist. Wäre also das Verhältnis genau erfüllt, dann wäre die Anordnung genau regulär-holoedrisch. Da nun aber $Cl_2 k_{Cl}$ ein wenig kleiner ist als $Na_1 k'_{Na}$, so muß die Einschaltung des Systems der Na-Atome in das der Cl-Atome eine Störung der regulär-holoedrischen Symmetrie nach sich ziehen. Würden sich die Na-Atome infolge dieser Störung derart verschieben, daß das Gesamtsystem keine Symmetrie mehr besäße, dann gäbe es im allgemeinen 48 verschiedene Arten der Lagen der Na-Atome, welche sämtlich gleich möglich sind. Die

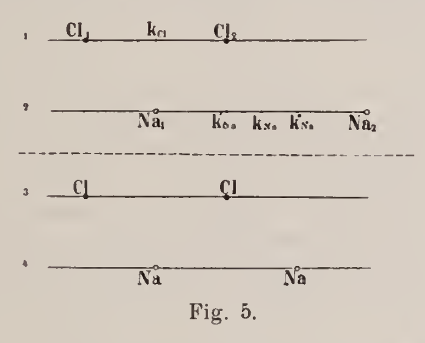


Fig. 5.

streng genommen trikline, aber pseudoreguläre Anordnung kann durch Zwillingsbildungen, bei welchen die Symmetrieelemente der regulär-holoedrischen Klasse Zwillingselemente werden, kompensiert werden, und wenn der Abstand der aufeinanderfolgenden Moleküle der homogenen Teile nicht größer ist als 10 000 Moleküldurchmesser, dann kann man einen derartigen Zwilling durch kein Mittel von einem regulär-holoedrischen Kristall unterscheiden.

Der Habitus der NaCl-Kristalle ist gewöhnlich würfelig, meist ohne andere Flächen, selten oktaedrisch. Der Habitus der KCl-Kristalle ist ebenfalls gewöhnlich würfelig, jedoch haben die Kristalle von Staßfurt meist auch das Oktaeder und nicht selten die Oktaeder- und Würfelflächen gleich groß entwickelt. Die Oktaederflächen scheinen also beim Sylvin etwas mehr begünstigt zu sein als beim Steinsalz. Mehr noch wie aus der Ausbildung der Flächenformen geht die Bevorzugung des Oktaeders beim Sylvin aus dessen piezo-optischem Verhalten[1] hervor. Dem entspricht

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Über die Struktur von Steinsalz. Sylvin und Flußspat. Zeitschr. f. Krist. 1901. 34. p. 605 ff.

das Verhältnis der Radien der Atombereiche des K zu denen des Cl gleich 7,17 : 4, also annähernd 6,928 : 4 = 1 : tg 30°. Wirkt also das Chloratom hauptsächlich in der Richtung der Granatoedernormalen g, so paßt der Radius des Atombereiches von K fast genau zu dem Abstande in der Richtung der Leucitoedernormalen l und ähnlich wie bei NaCl können auch bei KCl und zwar hier infolge des einfachen Verhältnisses 4 : 7 K und Cl auch in der gleichen Richtung wirken, ohne sich gegenseitig beträchtlich zu stören.

Die Spaltbarkeit nach den Würfelflächen spricht dafür, daß bei beiden Mineralien die Zwillingsverwachsung nach den Würfelflächen stattfindet. Nehmen wir an, daß in beiden Fällen das System der Chloratome über die Zwillingsgrenzen hinaus homogen bleibe, so setzen die schwereren K-Atome einer Störung ihrer homogenen Anordnung einen größeren Widerstand entgegen als die leichteren Na-Atome; denn die quasi homogene Masse des NaCl zeigt regulär-holoedrische, die des KCl nur pentagonikositetraedrische Symmetrie.

Nach dieser Auffassung gibt die regulär-holoedrische Anordnung des Bragg'schen Bildes nur eine mittlere Lage des Alkaliatoms an; in den submikroskopischen homogenen Teilen kann die Anordnung nur pseudoregulär sein.

Zu einem ähnlichen Resultat kommt neuerdings J. Stark[1] auf Grund seiner Theorie der Elektroaffinität. Er bemerkt: „Der Satz, daß ‚Moleküle in den Kristallen nicht existieren', kann darum keinesfalls allgemein in dem Sinne gültig sein, daß in Kristallen keine innermolekulare Bindung oder kein chemisches Molekül mehr zu unterscheiden sei. Will man für Kristalle wie Steinsalz jenen Satz gelten lassen, für Kristalle organischer Verbindungen dagegen nicht, so entsteht folgende schwierige Frage: Warum soll eine chemische Bindung zwischen den Atomen in jenem Falle nicht bestehen, wenn doch die Wärmetönung der Bildung von NaCl aus Na und Cl für das Paar sich absättigender Valenzen von derselben Ordnung ist wie für die C-H oder C-C-Bindung?" „Es muß von einer Valenzhypothese, welche uns die innermolekulare Anordnung von Atomen zu beschreiben ermöglicht, verlangt werden, daß sie von selbst und ohne Mitwirkung neuer Hypothesen Aufklärung bringt über die Zusammenlagerung von Molekülen in Aggregaten. Diesem Verlangen wird unsere Valenzhypothese mühelos gerecht." „Sie ergibt nämlich die Folgerung, daß in den Kristallen elektrolytischer Moleküle, z. B. im Steinsalz, als Punkte des Kristallgitters nicht neutrale Atome, sondern positive und negative Ionen einzuführen sind."

[1] „Neuere Ansichten über die zwischen- und innermolekulare Bindung in Kristallen". Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik. 1915. **12.** p. 280 ff.

„Bei dem elektropositiven Atom (Fig. 6) ist das Valenzelektron weit von der positiven Fläche entfernt; bei dem elektronegativen Atom (Fig. 7) ist es ihr näher und hat stark gekrümmte Kraftlinien. Zudem ist angenommen, daß es beim elektropositiven Atom entlang der positiven Fläche kräftefrei verschoben werden kann, während es beim elektronegativen Atom an eine bestimmte Ober-

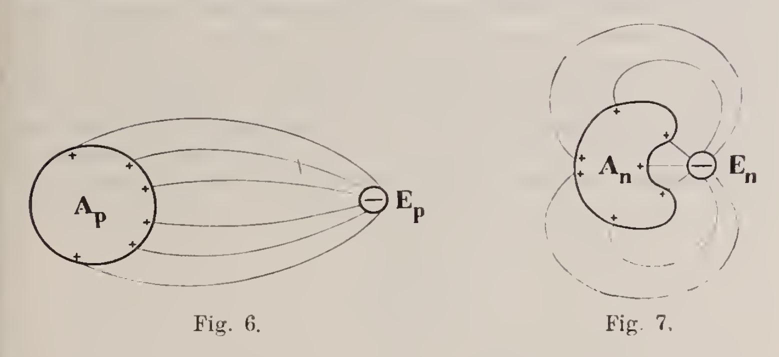


Fig. 6. Fig. 7.

flächenstelle durch rücktreibende Kräfte gebunden ist; dieser Unterschied ist zeichnerisch dadurch zum Ausdruck gebracht, daß die positive Fläche des elektronegativen Atoms gegenüber ihrem Valenzelektron eingebuchtet, diejenige des elektropositiven Atoms dagegen kugelförmig ohne ausgezeichnete Stelle ist". „Die Bindung zwischen einem elektropositiven und einem elektronegativen Atom in einem chemischen Molekül außerhalb der zwischenmole-

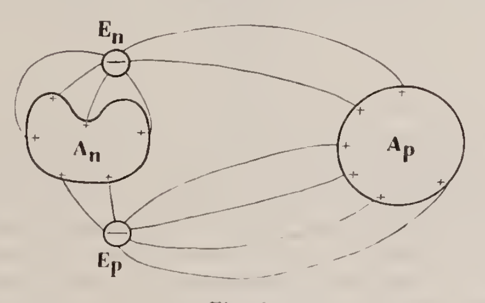


Fig. 8.

kularen Bindung ist in Fig. 8 dargestellt. Das elektronegative Atom A_n hat das Valenzelektron E_p des elektropositiven Atoms A_p dicht an seine positive Fläche herangeholt; E_p hat von A_n einen kleineren Abstand als von A_p. Wir können demnach das $A_n—A_p$ in räumlicher Hinsicht als eine Koppelung eines positiven (A_p) und eines negativen Bestandteils [E_n—(A_n—E_p)] auffassen, deren Abstand erheblich größer ist als ihr Durchmesser."

Bei dem einfach-kubischen Raumgitter soll nun jede Netzlinie parallel zur Würfelnormalen abwechselnd mit positiven und negativen Massenteilen in gleichen Abständen besetzt werden. Dabei wird „ein jedes Ion in drei senkrecht zueinander stehenden Achsen mit sechs entgegengesetzt geladenen Ionen gleich stark gebunden." „W. H. und W. L. Bragg sprechen freilich nicht von Na- und Cl-Ionen, sondern von Atomen." Wenn aber die Theorie „nicht neutrale Atome, sondern positive und negative Atomionen im Kristallgitter anordnet, so wird der Chemiker ebenfalls mehr dieser als jener Auffassung zuneigen. Denn daß neutrale Na- und Cl-Atome in der angegebenen Weise sich anordnen lassen, ohne in eine wechselseitige Bindung zu treten, welche die Eigenschaften der einzelnen neutralen Atome verschwinden läßt, wird ihm ent-

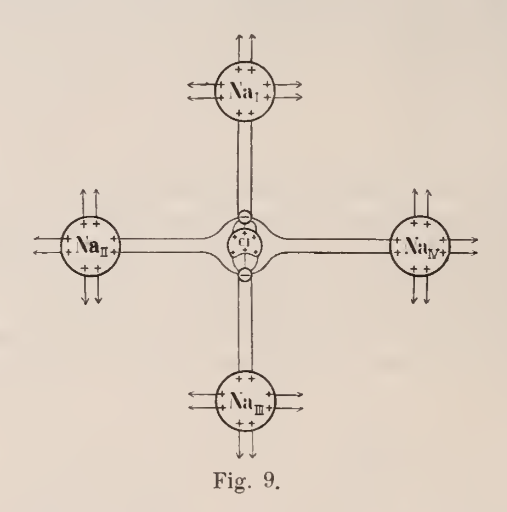


Fig. 9.

schieden wider das Gefühl gehen. Und es wird ihm Schwierigkeiten machen, sich vorzustellen, daß in einem Kristall von der Art des Steinsalzes jedes Kennzeichen verschwunden sein soll, welches die Einordnung der Atome in Moleküle ermöglichte."

„In Fig. 9 sind in einer Ebene durch ein Cl-Ion und vier benachbarte Na-Ionen die Teilvalenzfelder zwischen jenem und diesen eingezeichnet. Wie man sieht, hat die positive Fläche des Cl-Atoms außer seinem eigenen Valenzelektron, das gegenüber von deren Einbuchtung liegt, von Seite eines benachbarten Na-Atoms (Na_I) ein Valenzelektron dicht an sich herangeholt. Infolge der zwischenmolekularen Bindung im Kristallgitter ist freilich die innermolekulare Bindung zwischen Na_I und Cl gegenüber der Bindung im vereinzelten NaCl-Molekül, wie sie durch Fig. 8 dargestellt wird, stark geändert. Immerhin aber läßt sich aus der Lage der Valenzelektronen entnehmen, daß Na_I und Cl zu einem chemischen

Molekül innerhalb des Kristallgitters miteinander verbunden sind. Und wie zu Na_I, so gehört auch zu jedem der drei anderen eingezeichneten Na-Ionen je ein Cl-Ion als Radikal eines chemischen Moleküls."

Stark nimmt an, „daß bei den elektronegativen Elementen die Valenzelektronen an bestimmten Stellen der positiven Atomflächen durch rücktreibende Kräfte festgehalten werden." „Wie an der Hand der Fig. 9 leicht zu ersehen ist, befindet sich das Cl-Ion in einer stabilen Gleichgewichtslage, wenn seine elektrische Hauptachse (Achse durch zwei Valenzelektronen und seinen Mittelpunkt) in die Achse Na_I—Na_{III} oder in die zwei dazu senkrecht stehenden Achsen fällt; wird seine Achse um einen kleinen Winkel aus diesen Achsen herausgedreht, so tritt eine rücktreibende Drehkraft in Wirkung. Bildet die Achse des Cl-Ions einen Winkel von 45° mit einer der drei Hauptachsen des Kristalls, so befindet sie sich ebenfalls in einer Gleichgewichtslage, aber diese ist nunmehr labil; bei einer kleinen Abweichung von ihr begibt sie sich von selbst in eine der drei Hauptachsen. Um die Achse des Cl-Ions aus einer stabilen in eine labile Gleichgewichtslage zu drehen, ist ein gewisser Betrag von Arbeit notwendig. Infolge des thermischen Zustandes haben wir uns die Cl-Ionen beständig in Drehschwingungen um die Hauptachse des Kristalls zu denken; wird die Energie dieser Schwingung des einzelnen Cl-Ions größer als jener Arbeitsbetrag, so vermag seine Achse bis zur labilen Gleichgewichtslage zu schwingen und darüber hinaus nach einer anderen Hauptachse als neuer Gleichgewichtslage zu klappen. Dieser Fall wird in ungeordneter Weise bald an dem einen, bald an dem anderen Cl-Ion eintreten. Infolge des thermischen Zustandes bleibt also an einem jeden Cl-Ion das einem Na-Atom entrissene Valenzelektron nicht dauernd demselben Na-Ion gegenüber stehen, sondern wechselt in seiner Stellung gegenüber 6 verschiedenen Na-Ionen. So hält zwar innerhalb der Kristallstruktur ein jedes Cl-Ion dauernd dasselbe fremde Valenzelektron an sich fest, dagegen kann es nicht dauernd mit demselben Na-Ion zu einem chemischen Molekül zusammengefaßt werden."

In jedem kurzen Zeitmoment zerfällt somit nach der Starkschen Annahme der Kristall in bezug auf die Orientierung der Molekülachse in verschiedene Komplexe, welche zueinander in Zwillingsstellung sich befinden. Jeder einzelne Komplex müßte infolge der Bevorzugung einer der drei Hauptachsen tetragonalhemimorphe Symmetrie haben. Infolge der isomorphen Mischung dieser submikroskopischen Komplexe kommt dann eine quasi homogene Masse mit regulär-holoedrischer Symmetrie zustande.

Daß thermische Änderungen (Temperaturerhöhungen) Zwillingsbildungen zur Folge haben können, ist bekannt; bei gleichbleibender Temperatur hat indessen die Beobachtung bisher wenigstens keine

derartigen Änderungen der Orientierung nachgewiesen. Die Annahme einer fortwährenden Änderung der gegenseitigen Orientierung der Komplexe ist aber auch nicht erforderlich zur Erklärung der regulär-holoedrischen Symmetrie. Beschränkt man die Änderung der Orientierung auf eintretende Temperaturänderungen, dann deckt sich die von Stark abgeleitete Erklärung mit der vom Verfasser schon seit vielen Jahren vertretenen Auffassung, daß die Kristalle im allgemeinen als Zwillinge von submikroskopischen Partikeln mit niedrigerer Symmetrie aufgebaut sind. (Vergl. Fig. 10. An Stelle des mittleren Cl-Atoms könnte auch ein nicht mit einem Atome besetzter Knotenpunkt gedacht werden.) Die Tatsache, daß bei dem Bragg'schen Strukturbilde die chemische Valenz nicht zum Ausdrucke kommt, kann auch nach dieser Auffassung die Möglichkeit einer chemischen Valenz zwischen je einem Na- und Cl-Atom nicht ausschließen.

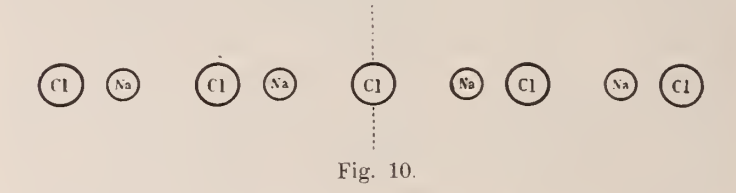


Fig. 10.

Läßt man Röntgenstrahlen ein inniges Aggregat von sehr kleinen Kristallfragmenten durchsetzen, so superponieren sich die Interferenzpunkte, welche man von jedem einzelnen Fragment erhalten würde. Die Abweichungen der einzelnen Fragmente des Steinsalzes und des Sylvins von der holoedrisch-regulären Symmetrie sind jedenfalls nur gering, und die Interferenzpunkte der einzelnen Partikeln können deshalb räumlich nur wenig voneinander abweichen. Es scheint daher nicht ausgeschlossen, daß die Interferenzflecken der Laue'schen Bilder die Summe der Interferenzpunkte einer Anzahl nur wenig voneinander verschieden orientierter Partikel darstellen.

Die vom Verfasser gemachte Voraussetzung, daß die Punkte des doppelt kubischen Gitters beim Quarz die Schwerpunkte der Si-Atome darstellen, führt im Zusammenhang mit der p. 102 angeführten Formel $R_n = \frac{n}{A_x} A_o$ zu einer Schwierigkeit bezüglich der Kurven der Atomvolumina des periodischen Systems der Elemente. Nach dieser Formel sollte man erwarten, daß in allen horizontalen Reihen des periodischen Systems das Atomvolumen mit steigendem Atomgewicht abnehme. Bekanntlich nimmt aber das Atomvolumen abwechselnd in einer Reihe zu, in der anderen ab.

Eine große Reihe nicht regulärer kristallisierter Körper, z. B. Quarz, Kalkspat, Feldspat usw., zeigt unverkennbare Beziehungen

zur regulären Syngonie. Wir müssen deshalb auch wohl bei diesen ein reguläres Punktsystem zugrunde legen. Dieses reguläre Punktsystem muß aber nicht notwendig das System der Schwerpunkte der Atome sein.

Nehmen wir an, daß das System der Si-Schwerpunkte der Atome identisch sei mit dem System der früher als bevorzugt bezeichneten Punkte (eines Dreipunktschraubensystems), so kann sich zwischen diesen ein System stehender Wellen bilden, dessen Knotenpunkte identisch sind mit den früher für die Schwerpunkte der Si (bei SiO_2) und der Fe (bei FeS_2) angenommenen Stellen. Diese Knotenpunkte bilden dann also bei Quarz, Tridymit und Pyrit ein doppelt kubisches Gitter. Da das System der O-Atome beim Quarz aus zwei Systemen besteht, von welchen jedes dem der Si kongruent sein muß, so kann sich innerhalb eines jeden Systems der O-Atome dasselbe System von Knotenpunkten bilden wie zwischen dem System der Si-Schwerpunkte. Da aber R_n für Si und für O im Verhältnisse von tg 30^0 : 1 stehen, so werden sich die zu ersteren gehörigen Wellen vorwiegend in der Richtung der Granatoedernormalen g, die zu letzteren gehörigen vorwiegend in der Richtung der Leucitoedernormalen l bilden. Das System der zu Si gehörigen Knotenpunkte hat zu dem System der zu O gehörigen Knotenpunkte die gleiche Lage, wie sie früher für die gegenseitige Lage der betreffenden Atomschwerpunkte angenommen wurde. Diese gegenseitige Lage hat bei Quarz (nicht aber bei der Anordnung von Fe und S bei FeS_2) optische Drehung zur Folge, und zwar nicht nur für Strahlen, welche parallel zur Hauptachse durch den Quarz gehen, sondern auch, der tatsächlichen Beobachtung entsprechend, für solche Strahlen, welche senkrecht dazu verlaufen.

Das von Sohncke und Bragg abgeleitete System vermag weder die durch die Beobachtung festgestellte optische Drehung des Quarzes für Strahlen senkrecht zur Hauptachse noch die bei der Annahme des Verfassers zum Ausdruck kommenden Beziehungen in der Anordnung von FeS_2 und SiO_2 zu erklären. Die stärkere optische Drehung für Strahlen parallel zur Hauptachse ist wohl auf die Anordnung der Atome zurückzuführen.

Wie beim KCl, so hat auch bei der kristallisierten Kieselsäure die unvollkommene Erfüllung der theoretischen Beziehung zwischen R_{Si} und R_O eine wahrnehmbare Störung der Symmetrie zur Folge, so daß die homogene Masse derselben optisch zweiachsig ist (Quarzin und α-Tridymit)[1]. Auch die durchaus sichergestellte Hemimorphie von Quarz und Tridymit kann sowohl auf diese Ursache, oder aber auch auf azentrischen Bau der Atome zurückgeführt werden.

[1] Vergl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 588.

Eine der früher vorausgesetzten Anordnung der chemischen Moleküle entsprechende räumliche Beziehung (vergl. p. 100) kommt nach dieser Deutung zwischen den Knotenpunkten des Si-Systems (bezw. Fe-) und den nächst benachbarten Knotenpunkten der beiden O- (bezw. S-) Systeme zum Ausdruck.

Nehmen wir an, daß ein Atom aus einzelnen kleineren Bestandteilen (Uratomen) aufgebaut sei, so muß der Zusammenhang zwischen den Uratomen durch dieselben Kräfte vermittelt werden wie der Zusammenhang der Atome im Molekül und der Moleküle im homogenen Kristall. In denjenigen horizontalen Reihen des periodischen Systems der Elemente, in welchen das Atomvolumen mit dem Atomgewicht abnimmt, überwiegt der Einfluß von R_n, welches nunmehr die Seitenlängen der Maschen des regulären Gitters bestimmt; dagegen in den anderen Reihen überwiegt der Einfluß der Vermehrung der Anzahl derjenigen Elementarmaschen des Gitters, welche zum unmittelbaren Bereich des Atoms gehören.

Über eine neue Art des Genus Gymnites (G. spiniger) aus dem bosnischen Muschelkalk.

Von **C. Diener** in Wien.

Mit 1 Textfigur.

Bei einer Durchsicht des von dem verstorbenen Direktor der Geol. Paläontol. Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums in Wien, E. Kittl, auf seinen Reisen in Bosnien gesammelten, zum größten Teil noch unbearbeiteten Fossilmaterials fiel mir ein Exemplar eines *Gymnites* durch die Anwesenheit eines wohlerhaltenen Stachels in der Medianlinie des Externteiles auf. Da ein solches Merkmal mir bisher an keinem triadischen Ammoniten zur Beobachtung gekommen war, erbat ich mir das Stück von dem derzeitigen Leiter jener Abteilung, Prof. F. X. Schaffer, zur näheren Untersuchung. Die Ergebnisse der letzteren, illustriert durch die nebenstehende photographische Reproduktion einer Seitenansicht unseres Ammoniten, lege ich hier den Fachgenossen vor.

Das meiner Beschreibung zugrunde liegende Exemplar stammt aus dem Muschelkalk (Bulogkalk der anisischen Stufe) von Blizanać in der Trebević-Gruppe bei Sarajevo und stimmt in allen äußeren Merkmalen seines Gehäuses mit typischen Vertretern des in den Bulogkalken Bosniens überaus häufigen[1] *Gymnites incultus* Beyrich (Über einige Cephalopoden aus dem Muschelkalk der Alpen etc. Abhandl. phys. Klasse d. kgl. Akad. d. Wissensch. Berlin. 1866/67.

[1] Vergl. F. v. Hauer, Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkes von Han Bulog etc. Denkschr. k. Akad. d. Wiss. Wien. **54**. 1887. p. 34.

p. 132. Taf. III Fig. 1)[1] so genau überein, daß nur der Besitz des erwähnten Stachels mich von einer direkten Identifizierung mit BEYRICH's Art abhalten könnte. Die Dimensionen unseres Exemplars sind die folgenden:

Durchmesser	. . . .	78 mm
Höhe	der Schlußwindung . . .	23 „
Dicke	der Schlußwindung . . .	16,5 „
Nabelweite	. . . .	35 „



Gymnites spiniger DIEN. aus dem Muschelkalk (Bulogkalk) von Blizanać (Bosnien). Seitenansicht.
Nach einer Photographie von Frl. LOTTE ADAMETZ (Wien).

In der unmittelbaren Nähe des Peristoms, das mit Rücksicht auf seine unregelmäßige, durch Gesteinsbrüche gebildete Umgrenzung keinesfalls mit dem ursprünglichen Mundrand des Gehäuses zusammenfällt, macht sich eine deutliche Ausschnürung (Egression) der Schlußwindung bemerkbar, so daß der vorletzte Umgang von dem letzten am Peristom erheblich weniger weit umhüllt wird als in den vorangehenden Wachstumsstadien. Auch dieses Merkmal ist an erwachsenen Exemplaren des *Gymnites incultus* gelegentlich zu beobachten.

[1] Vergl. auch E. v. MOJSISOVICS, Die Cephalopoden d. Mediterr. Triasprovinz. Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst. 10. 1882. p. 233. Taf. LIV Fig. 1—3.

Genau im Abstand eines halben Umganges vom Peristom erhebt sich in der Medianebene des Externteils auf der hier über dem Steinkern erhaltenen Schale ein schlanker Dorn oder Stachel. Seine Basis weist einen Durchmesser von 4,5 mm auf, seine Höhe beträgt 7 mm, entsprechend einer Windungshöhe von 18 mm. Seine Spitze ist ein wenig nach vorwärts gerichtet, so daß der vordere Abfall steiler erscheint als der hintere. Die äußerste, leicht abgerundete Spitze hängt sogar ganz schwach nach vorne über. Auf der in der Illustration dargestellten Seite ist die Schale des Dorns abgebrochen. Sie scheint sehr dünn gewesen zu sein, zarter als an den übrigen Teilen des Gehäuses. Der Dorn war ohne Zweifel hohl, doch vermochte ich keine Gewißheit darüber zu gewinnen, ob er an der Basis durch die Schale des Externteils abgekammert oder offen blieb.

Außer diesem auf den ersten Blick ins Auge fallenden Dorn trug unser Ammonit noch einen zweiten Stachel (*b* der nebenstehenden Illustration), der jedoch nahe der Basis abgebrochen ist, so daß von ihm nur Spuren erhalten sind. Die basale Erweiterung dieses zweiten, dem Peristom nahe gelegenen Stachels fällt — ebenso wie jene des ersten Stachels (*a*) — mit einer sehr geringen Auftreibung der Schale in der Externregion zusammen. Dieser Auftreibung folgt in der Richtung gegen das Peristom eine sehr schwache Einschnürung der Schale, deren sigmoider Verlauf genau mit jenem der Anwachsstreifen übereinstimmt.

Fragt man nach der Bedeutung der beiden auffallenden Dornen oder Stacheln, so sind bei einer Beantwortung dieser Frage die folgenden Gesichtspunkte im Auge zu behalten.

Die Hauptmasse der Gymniten gehört zu den ganz oder fast ganz skulpturlosen Ammoniten, deren Schale glatt bleibt. Bei einigen Arten stellen sich mehr oder weniger kräftige, plumpe Rippen auf den Seitenteilen vollständig erwachsener Individuen (*Gymnites obliquus* Mojs., *G. Palmai* Mojs.) oder zarte Knotenspiralen (*G. Moelleri* Mojs.), bezw. aus zusammenfließenden Knoten gebildete Spiralleisten (*G. bosnensis* Hau.) ein. Niemals jedoch ist bisher eine in der Medianebene des Externteils aufragende Verzierung bei dieser noch bei einer anderen Gattung leiostraker Ammoniten bekannt geworden. Aber auch unter den trachyostraken Ammonitengattungen der Trias wird man vergebens nach einer Form mit einzelnen median gelagerten Stacheln auf dem Externteil suchen. Wenn bei trachyostraken Ammoniten — dies gilt ebensogut für solche des Jura und der Kreide, als von jenen der Trias — Dornen oder Stacheln entwickelt sind, so treten sie stets am stärksten auf den Seitenteilen oder entlang den Marginalrändern, d. h. symmetrisch zu beiden Seiten der Medianebene auf. Das ist z. B. der Fall bei den *Tirolites spinosi*, bei den *Margarites bispinosi*, bei *Protrachyceras Reitzi* Böckh, *Trachyceras duplex* Mojs. und

T. Aon Mstr. im *Brotheus*-Stadium in der Trias, bei *Deroceras densinodum* Quenst. und *D. nodogigas* Quenst., ferner bei der Gruppe des *D. Taylori* Sow. im Lias, bei *Sonninia Sowerbyi* Mill., *Cosmoceras Duncani* Sow., *Peltoceras athleta* Phill., *Aspidoceras perarmatum* Sow. und *A. bispinosum* Ziet. im Jura, bei *Crioceras Strombecki* Koen., *C. horridum* Koen. und *Hoplites Gosseleti* Gross. in der Kreide, um nur einige, durch die Entwicklung besonders kräftiger Stacheln ausgezeichnete Arten zu nennen. Man wird solche weit vom Gehäuse abstehende, hohle Stacheln, die an verschiedenen Stellen des Gehäuses aber stets in größerer Zahl und in Spiralreihen angeordnet auftreten, wohl als Schwebevorrichtungen deuten dürfen, die ihren Trägern das Flottieren im Wasser erleichtert haben. Vielleicht mögen sie auch zur Anheftung in Tangwiesen dienlich gewesen sein, eine Bestimmung, die allerdings mit der Voraussetzung einer benthonischen Lebensweise für die Mehrzahl der Ammoniten nicht in Einklang gebracht werden könnte.

In der Medianebene eines Ammonitengehäuses gelegene Skulpturelemente dagegen sind entweder Furchen, die nach außen von Dornen, glatten oder beknoteten Kielen begleitet sein können, oder Kiele. Diese Kiele erscheinen zugeschärft oder gerundet, oder zart beknotet (Zopfkiele von *Amaltheus margaritatus* d'Orb., *Cardioceras alternans* v. Buch) oder sie lösen sich in einzelne langgezogene Buckel (*Strigoceras pustulatum* Rein., *Barroisiceras. Mortoniceras*). bezw. Knötchen (*Oppelia, Oecotraustes*) auf. In dem letzteren Falle aber tritt stets eine größere Zahl solcher Buckel oder Knoten in kurzen Abständen auf. so daß ihr Charakter als Teile eines Mediankieles unverkennbar bleibt.

Ein Ammonit mit vereinzelten, fast durch die halbe Peripherie des letzten Umganges getrennten, dabei verhältnismäßig hohen Stacheln in der Medianebene des Externteils, wie der hier vorliegende, ist mir bisher nicht bekannt geworden. Auch ist die ethologische Bedeutung solcher vereinzelter hoher Stacheln schwer verständlich. Während ein scharfer Externkiel seinem Besitzer zu rascher Fortbewegung beim Durchschneiden des Wassers dienlich war, kommt ein solcher Vorteil bei der eigentümlichen Ornamentierung unseres Ammoniten nicht in Betracht. Man kann sich kaum vorstellen, welcher Art die Lebensbedingungen gewesen sein sollen, denen dieser Gymnit durch den Besitz von nur zwei Externdornen bei sonst völlig glatter Schale vorteilhaft angepaßt war. Vielmehr scheinen die beiden Dornen in jene Kategorie von Merkmalen zu gehören, die man als atelisch bezeichnet und denen in neuester Zeit insbesondere von Handlirsch erhöhte Beachtung geschenkt worden ist.

Ich vermag die Externstacheln unseres Gymniten nur mit jenen spornartigen Vorsprüngen zu vergleichen, die sich gelegentlich als Verzierung der Mündungsränder von Ammoniten finden, so bei

Schloenbachia inflata Sow. und *Oecoptychius refractus* Rein. In dieser Auffassung bestärkt mich die Verbindung des vorderen abgebrochenen Stachels *b* mit einer Kontraktion, die wohl am besten als eine Paulostomfurche zu deuten sein dürfte. Ich bin daher geneigt, jene Kontraktionsfurche als einen transitorischen Mundrand, als ein Paulostom, und die Stacheln als eine Verzierung jenes Mundrandes anzusprechen, die sich lediglich durch ihre Dornengestalt von den seitlich stärker komprimierten Externvorsprüngen bei *Schloenbachia inflata* und *Oecoptychius refractus* unterscheidet. Der Stachel *a* steht allerdings mit keiner Kontraktionsfurche des Gehäuses in Verbindung, jedoch mit einer transversal über die Schale hinweg verlaufenden Zone einer sehr schwachen Anschwellung, die immerhin als Anzeichen eines Paulostoms angesehen werden könnte. Für die Bildung jener beiden Stacheln müßte man die Periode eines längere Zeit hindurch andauernden Stillstandes im Wachstum des Gehäuses in Anspruch nehmen.

Noch bleibt die Frage zu erörtern, ob man unseren Ammoniten unmittelbar an *Gymnites incultus* Beyr. als ein aus unbekannten Gründen durch die Entwicklung der beiden Externstacheln vom Arttypus abweichendes Exemplar anschließen oder als den Vertreter einer neuen Spezies mit einem besonderen Artnamen auszeichnen soll. Ich halte eine Entscheidung im Sinne der zweiten Alternative für richtiger. In der Überzeugung, daß unsere paläontologischen Arten zunächst nur deskriptive, nicht physiologische Arten sind und in ihrer weitaus überwiegenden Mehrzahl nur solche sein können, betrachte ich, in Übereinstimmung mit W. Waagen, jede Form, die durch Beschreibung und Abbildung gekennzeichnet und von anderen unterschieden werden kann, als eine besondere Art. Da der Besitz der allen bisher beschriebenen Gymniten fehlenden Externstacheln ein Merkmal ist, das unseren Ammoniten von *Gymnites incultus* zu unterscheiden erlaubt, so trage ich kein Bedenken, denselben mit einer besonderen Speziesbezeichnung zu versehen und schlage als solche *Gymnites spiniger* vor.

Bemerkungen über das Schnauzenschild (Scutum rostrale) bei Homalonoten.

Von **Rud.** und **E. Richter** in Frankfurt a. M. (Oktober 1916).

Mit 3 Textfiguren.

Das Schnauzenschild der Homalonoten hat in den letzten großen Arbeiten J. M. Clarke's über das Devon der südlichen Halbkugel besondere Beachtung gefunden und ist zum Ausgang weitführender Betrachtungen geworden. Als eine der Besonderheiten der unterdevonischen Südfauna wird dort hervorgehoben, daß die Homalonoten der Südfestländer, *Homalonotus Herscheli* Murch. und

H. noticus Clarke, durch „einen ansehnlichen Stachel auf dem Epistoma“ ausgezeichnet seien, „der allen Arten der nördlichen Erdhälfte fehle“. Dieser Stachel wird als „apiculus, epistomal projection oder proratc process on the epistomale plate“ von Clarke zum erstenmal beschrieben und abgebildet, (2) p. 138: (3) p. 21, 92, 94, 97.

In der Tat haben alle aus Nordamerika abgebildeten Homalonoten ein glattes Schnauzenschild (Rostrale), denn dieses ist mit dem „Epistoma“ gemeint. Ziehen wir aber Europa mit in Betracht. so zeigt es sich, daß der Besitz eines solchen Schnauzenstachels keineswegs ein Vorrecht der südweltlichen Arten der Gattung ist. Wir geben hier aus den Zeichnungen zu einer in Arbeit befindlichen Monographie vorderhand zwei verschiedene Grundformen von bestachelten Schnauzenschildern wieder, wie sie im Rheinland vorkommen; beide stammen aus dem Unterkoblenz von Oberstadtfeld in der Eifel. Sie tragen einen aus einem Kiel hervorgehenden Fortsatz, der den von *H. noticus* Clarke (3) Taf. II Fig. 8 an Stärke und Höhe noch zu übertreffen scheint. Im übrigen bestehen zwischen beiden unter sich und gegenüber anderen Schildern erhebliche Abweichungen. Der von der Schnauzennaht gebildete Vorderrand ist bei der südamerikanischen Form geradlinig, bei der rheinischen winklig gebrochen, so daß das Schild hier nicht die Gestalt eines Dreiecks annimmt, sondern die eines Drachen Vierecks (Deltoid). Die eine unserer Formen (Fig. 1) ist lang und schmal, ihr Stachel stellt sich als das letzte und höchste Ende eines stetig ansteigenden Kiels dar und ragt wie ein nach auswärts gekrümmter Schnabel vorn über das Schild hinaus. Der Umriß der anderen Form (Fig. 2) ist kurz und breit; bei ihr trägt der Kiel den Fortsatz an seinem hinteren Ende, wo er seinen höchsten Punkt erreicht und dann im Bogen nach vorn absinkt; der Schnabel ist einwärts gekrümmt. Die Aufgabe dieser Schnauzenhörner mag man sehr wohl mit Clarke (3) p. 91 darin sehen, daß sie dem schaufelförmigen Kopfende als Hilfswerkzeug beim Wühlen gedient haben können; sie nehmen die gleiche Lage ein wie die Stacheln auf dem Hypostom mancher Proetiden. Welchen Arten die beiden abgebildeten und andere ähnliche Schildformen zuzurechnen sind, darüber versparen wir uns die Entscheidung auf später.

Leider fand sich nämlich in den deutschen Sammlungen nur ein äußerst geringes Material von diesem wichtigen Schilde, und Homalonoten-Köpfe mit ihren im Zusammenhang freigelegten Teilstücken fehlen überhaupt. Auch der Beobachtungsstoff, den wir seit langem im Senckenbergischen Museum zu vereinigen bestrebt sind, bedarf in solcher Hinsicht noch sehr der Vervollständigung. Man hat eben auf solche Dinge nirgends geachtet. Ja, das Vorhandensein eines Schnauzenschildes bei *Homalonotus*

ist in Europa überhaupt in Vergessenheit geraten, und die davon ganz vereinzelt gesammelten Reste sind nicht bei dieser Gattung untergebracht, sondern liegen als „Problematica" irgendwo versteckt.

Und doch ist diese Erkenntnis auch in Europa früher vorhanden gewesen, ja sie ist gerade von hier ausgegangen. Bronn war es, der schon 1840 p. 449 f. mitteilte, daß bei Homalonoten zwei Nähte (die Äste der Gesichtsnaht, wie er glaubte) auf den Umschlag des Kopfes fortsetzen und aufeinander zulaufen.

Burmeister, p. 25, kannte zwar dieses Verhalten bei *Homalonotus* nicht, lehrte aber den Bau der Kopfunterseite bei Trilobiten

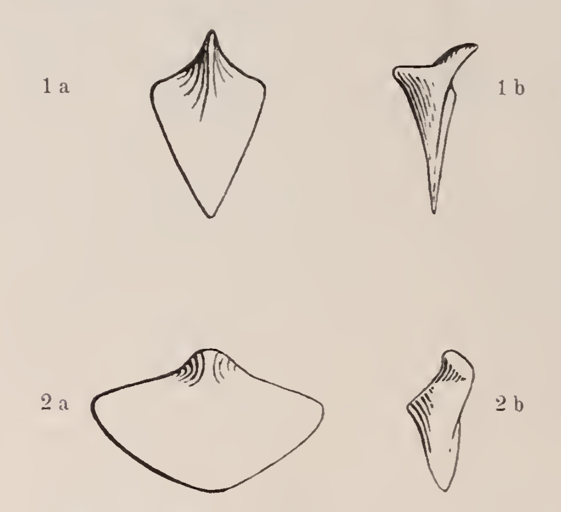


Fig. 1 u. 2. Bestachelte Schnauzenschilder von rheinischen Homalonoten. Unter-Koblenzstufe von Oberstadtfeld. Nat. Größe. Senckenberg. Museum. Frankfurt a. M.

a Aufsicht auf die beiden Schilder von der Bauchseite her.
b Seitenansichten.

im allgemeinen verstehen. Er nannte eine Platte, die er häufig zwischen Mittelschild und Hypostom eingeschaltet fand, Schnauzenschild oder Scutum rostrale. Dieses dachte er sich an den Seiten von der Gesichtsnaht begrenzt, vorne aber von einer besonderen Quernaht, die er Schnauzennaht (Sutura rostralis) nannte.

Barrande (2), p. 113 ff., stellte fest, daß diese Schnauzennaht nichts anderes als der vorderste Teil der Gesichtsnaht ist, während die zur Umschlagsgrenze („Hypostomnaht") weiterlaufenden Nähte selbständig sind (Verbindungsnähte, „sutures de jonction"). Burmeister's Namen für das Schild hielt er als „pièce rostrale" fest. Für *Homalonotus* gab er eine Zeichnung (Taf. 2 A Fig. 7)

von *H. Dekayi* Green wieder, die freilich nicht zutrifft, insofern sich die Verbindungsnähte am Hypostomrand nicht treffen, das eingeschlossene Schild sich also nicht zuspitzt, sondern sich dem rechteckigen Umriß anderer Gattungen nähert.

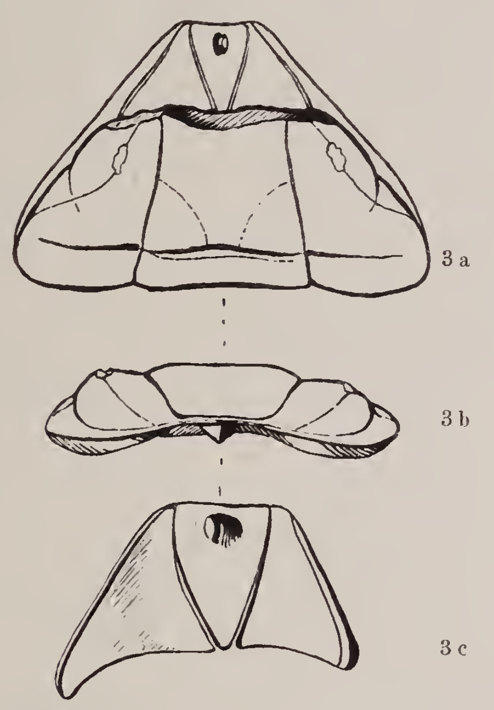


Fig. 3. *Homalonotus noticus* Clarke. Unterdevon von Ponta Grossa, Paraná. Skizzen nach den Figuren 1, 7. 8 auf Taf. 2 in Clarke (3).

a Aufsicht von der Rückenseite her. Der vordere Teil des Kopfes ist entfernt, um den Umschlag und das Schnauzenschild zu zeigen.
b Stirnansicht. Der Schnauzenstachel springt deutlich hervor.
c Aufsicht auf die vordere Kopfgegend von der Bauchseite her. Die Verbindungsnähte vereinigen sich am Hypostomrande und schneiden das (bestachelte!) Schnauzenschild aus dem Umschlag heraus.

Die Brüder Sandberger brachten dann (Taf. II Fig. 6) eine zutreffende Darstellung des Schnauzenschildes für *H. obtusus* Sandb., und später Salter (Taf. 13 Fig. 2, 7) eine Berichtigung für *H. Dekayi* Green, wobei er ebenfalls die Bezeichnung „rostral shield“ gebrauchte.

Clarke bildete mit Hall (1) Taf. III Fig. 1, 2 und Taf. IV Fig. 5 die — wie erwähnt glatten — Schnauzenschilder von nordamerikanischen *Homalonotus*-Arten ab, als eine von den Zweigen

der Gesichtsnaht eingeschlossene „mittlere Platte auf dem Epistoma“. Die Quernaht, welche diese Platte vom Mittelschild trenne, wird wieder wie bei Bronn und bei Burmeister als eigene Naht („Stirnnaht“) aufgefaßt.

Koch übernahm auf Taf. VI Fig. 3 seiner Homalonoten-Monographie die genannte Figur Sandberger's, welche den Bau der Kopfunterseite eindeutig zeigt. Er erwähnt daraufhin auch im Text p. 6 das Vorhandensein eines herzförmigen Schalenstückes, das von der Gesichtsnaht eingeschlossen werde, so daß man glauben möchte, Koch sei sich über das Schnauzenschild seiner Gattung klar gewesen. Das war indessen nicht der Fall, und jener Angabe lag eigene Beobachtung nicht zugrunde. Denn die einzigen Stücke, die ihm von diesem Panzerteil wirklich zu Gesicht kamen, hielt er, wie er p. 44 und 49 ausdrücklich betont, für Hypostome. Und auf Taf. IV Fig. 4 bildet er ein derartiges Schnauzenschild als Hypostom von *H. scabrosus* Koch = *H. gigas* A. Römer ab. Aber schon bei der Herausgabe der Koch'schen Arbeit erkannte E. Kayser (Tafelerklärung) sofort, daß der „abgebildete Körper so sehr in seiner Gestalt von sonstigen *Homalonotus*-Hypostomen abweicht, daß seine Deutung als ein solches zweifelhaft erscheint“.

Das wirkliche Hypostom von *Homalonotus* — in England und anderwärts längst aufgefunden — wurde dann durch Mitteilungen von Beushausen und von Maillieux endlich auch bei rheinischen und belgischen Formen bekanntgemacht. Das vergessene Schnauzenschild blieb aber auch in diesen Studien (p. 155 bezw. p. 113) rätselhaft. Es wurde der Gattung schließlich überhaupt abgestritten, und obwohl manches Lehrbuch noch die in Zittel's Handbuch (p. 605) enthaltenen Bemerkungen über den Aufbau des *Homalonotus*-Kopfes übernahm, ging diese Erkenntnis in den neueren Sonderschriften merkwürdigerweise mehr und mehr verloren.

Aus diesem Grunde bringen wir hier drei Skizzen (Fig. 3 a—c) nach Clarke's (3) Figuren Taf. 2 Fig. 1, 7 u. 8, welche die Lage des Schnauzenschildes und die Zusammensetzung der Panzerteile auf der Unterseite des Kopfes klarer veranschaulichen als jede frühere Darstellung. Wir hoffen, dadurch die Aufmerksamkeit auf diese Panzerteile zu lenken und einen vollständigeren Beobachtungsstoff zu gewinnen. Zunächst zur Verbesserung der Systematik, denn das formenreiche Schnauzenschild unserer Gattung wird vielleicht — wie schon Koch erwartete — ein brauchbares Trennmal der Arten und Untergattungen werden, wenn es öfter im Verband untersucht werden kann. Außerdem knüpfen sich Fragen von allgemeiner Bedeutung daran, wie die eingangs berührte über Beziehungen der unterdevonischen Faunen der Nord- und Südhalbkugel. Nach Clarke hätten sich diese beiden Faunen nördlich und südlich des Gleichers völlig verschieden und unabhängig entwickelt, sie besäßen aber gerade unter den Homalonoten eines der wenigen

Bindeglieder, nämlich in Gestalt der mit stacheligem Schalenschmuck verzierten (armate) Arten. Die bestachelten Arten (auch der glatte *H. noticus* wird wegen seines Schnauzenstachels dazugezählt) seien „ganz ausgesprochene“ Kennformen für die devonische Südwelt, hätten aber einen Auswandererzug auf die nördliche Erdhälfte, über die Sahara nach Mitteleuropa, abgezweigt. Nur der Schnauzenstachel fehle wie allen (glatten) Nordarten so auch den vom Süden nach Europa eingedrungenen stachelschaligen Formen. Wir haben oben gezeigt, daß der Schnauzenfortsatz auch in Europa vorhanden ist. Sollte es sich aber herausstellen, daß dieses südliche Merkmal im Norden nur solchen Formen zukäme, die auch im Schalenschmuck ein von Clarke als südlich angesprochenes Gepräge tragen, so würde seine Ansicht über die Wanderungszusammenhänge neu unterstrichen werden. Es ist aber zu beachten, daß ein Schnauzenstachel nach dem beschädigten Schildrest auf Koch's Fig. 3 Taf. VI auch *H. gigas* A. Römer zuzukommen scheint.

Nur möchten wir, um die durch Clarke's Arbeiten ins Gedächtnis zurückgerufenen wichtigen Verhältnisse nicht erneutem Mißverständnis ausgesetzt zu sehen, davor warnen, das hier behandelte Schild als Epistom zu bezeichnen.

Dieses Schild entspricht trotz seines abweichenden Baues durchaus dem Schnauzenschild oder Rostrale, wie es Burmeister zuerst gesehen und Jaekel morphologisch gedeutet hat, und zwar als den Spindelteil jenes Segmentes, dem die Freien Wangen als Schienen zuzurechnen seien (p. 158). Die Nähte erhalten dadurch die ihnen von Barrande (s. o.) gegebene Bewertung, und die Verbindungsnähte müssen von Jaekel's Standpunkt aus die Stelle der Rückenfurchen des gesamten Segmentes Schnauzenschild + Freie Wangen innehaben.

Die Eigentümlichkeit des Homalonoten-Rostrale ist seine Zuspitzung, welche die Verbindungsnähte mit ihren Endpunkten an der Grenze des Umschlages aufeinanderfallen läßt. Dieses Zusammenlaufen der bei den meisten anderen Gattungen getrennten Verbindungsnähte könnte vielleicht zur Erklärung der unpaaren Verbindungsnaht bei *Asaphus* hinführen, wenn man an eine weitere Steigerung in demselben Sinne denken will: die Verbindungsnähte wären dann in ihrem ganzen Verlauf aufeinandergefallen und hätten das Herzstück zwischen sich durch Auskeilen zum Verschwinden gebracht.

Das Epistom dagegen ist ein Schild, das Barrande (1) p. 385 im Inneren des Kopfschildes nachgewiesen zu haben glaubte. Es sei, völlig im Weichkörper eingeschlossen, unter dem Hypostom angebracht und ihm äußerst ähnlich gebaut. Obgleich er (2) das als sichere Tatsache bei *Phacops* (1847 auch bei *Cheirurus*) betonte und F. Roemer (p. 544) ihm darin folgte, war es doch eine Täuschung. Barrande's eigene Belegzeichnungen (vergl. *Phacops*

cephalotes [2] Taf. 20 Fig. 7 mit Fig. 11 und *Ph. breviceps* Taf. 22 Fig. 28 mit Fig. 30) beweisen, daß er nichts anderes als Hypostome, die in das Kopfinnere verschoben und verdrückt sind, für jenes neue Innenschild gehalten hat, wie auch ZITTEL schon ähnlich erkannte (p. 574).

Die Bezeichnung Epistom besteht also nur noch als die Erinnerung an einen Beobachtungsfehler BARRANDE's. Und wenn auch die Gesetze der formenkundlichen Namengebung weniger streng sind als die der Systematik, so sollte dieser Name doch nicht stillschweigend in neuem Sinne wiederbelebt werden, am wenigsten für ein Panzerstück, das durch seine ähnliche Lage und die häufigen früheren Verwechslungen besonders der Verkennung ausgesetzt ist und überdies längst eine internationale Bezeichnung besitzt.

Schriften.

BARRANDE, J.: 1. Über das Hypostoma und Epistoma, zwei analoge, aber verschiedene Organe der Trilobiten. N. Jahrb. f. Min etc. 1847. p. 384. Taf. VIII.

— 2. Système silurien du centre de la Bohême. Prag—Paris 1852.

BEUSHAUSEN, L.: Über Hypostome von Homalonoten. Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. f. 1891. p. 154.

BRONN, H. S.: Note über die mit *Homalonotus* verwandten Trilobitengenera. N. Jahrb. f. Min. etc. 1840. p. 445.

BURMEISTER, H.: Die Organisation der Trilobiten aus ihren lebenden Verwandten entwickelt. Berlin 1843.

CLARKE, J. M.: 1. In HALL and CLARKE, Natural History of New York. Paleontology. Albany 1888. 7.

— 2. A notable Trilobite from the Percé Rock. New York State Museum. Bulletin 164. Ninth Report of the Director. Albany 1913.

— 3. Fosseis devonianos do Paraná. Monographias do Serviço geol. e min. do Brasil. Rio de Janeiro 1913.

JAEKEL, O.: Beiträge zur Beurteilung der Trilobiten. I. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **53**. Berlin 1901.

KOCH, C.: Monographie der *Homalonotus*-Arten des Rheinischen Unterdevons. Kgl preuß. geol. Landesanst. Berlin 1883 (mit Atlas).

MAILLIEUX, E.: Note sur l'hypostome de l'*Homalonotus rhenanus* KOCH. Bull. d. l. Soc belge de Géol. **25**. Brüssel 1911. Proc.-verb. p. 113.

ROEMER, FERD., in BRONN und ROEMER, Lethaea geognostica. **1**. Stuttgart 1851—56.

SALTER, J. W.: A Monograph of British Trilobites. Palaeontographical Soc. London 1864.

SANDBERGER, G. u. F.: Die Versteinerungen des Rheinischen Schichtensystems in Nassau. Wiesbaden 1856.

ZITTEL, K. A.: Handbuch der Paläontologie. I. Abt. **2**. München—Leipzig 1881—85.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Weiterwachsen von Orthoklas im Ackerboden.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Nach allgemeiner Ansicht verwittert Kalifeldspat im Ackerboden; die folgende Beobachtung zeigt aber, daß auch Neubildung vorkommt.

Beim Horner's-Bauer auf dem linken Ufer der Eger westlich Karlsbad konnte man vor ca. 20 Jahren reichlich Karlsbader Zwillinge in den Äckern sammeln, meist allerdings nur Bruchstücke mit unebener, zerfressener oder wenigstens zerfressen aussehender Oberfläche, die aber zur Erläuterung des Zwillingsgesetzes nach der Lage der Spaltflächen gut geeignet waren. Die Spaltfläche (001) des einen Individuums setzt sich dann öfter als unebene Bruchfläche ungefähr von der Lage $(10\bar{1})$ des zweiten fort. Bei der Betrachtung einer solchen *alten*, vielleicht von der Pflugschar herrührenden, vielleicht schon älteren Bruchfläche fiel es auf, daß zahlreiche, immer nur kleine Stellen auf ihr gleichzeitig mit (001) des Hauptkristalls aufschimmerten. Dies rührt nicht von einer versteckten Spaltbarkeit nach $(\bar{1}01)$ her, auch nicht davon, daß der Zwillingsteil viele kleine Partien in Parallelstellung zum Hauptteil enthält — denn Schliffe nach (001) und (010) verraten nichts von letzteren und die schimmernden Partien fehlen auf frisch hergestellten Bruchflächen —, vielmehr zeigte sich, daß solche schimmernde alte Bruchflächen einen Überzug von neugebildetem Feldspat tragen, der kleine mugelige, aber glänzende Erhöhungen bildet, die annähernd mit (001) des Hauptkristalls einspiegeln.

Eine Untersuchung der rauhen Kristallflächen dieser Feldspate ergab dann bald, daß auch sie an vielen Stellen von Feldspatneubildungen überwachsen sind, namentlich (110) und (010) (mit der charakteristischen Streifung // $\dot{c}$, wie bei Adular), ebenso ältere Spaltflächen (001), wo der Überzug deutliche Flächenzeichnung bewirkt (Rhomben nach den Kanten zu 110). Ebenso wie die Feldspate von Karlsbad verhalten sich solche vom Schneekopf und Ochsenkopf im Fichtelgebirge und von Wunsiedel, soweit sie ausgewittert sind, die Neubildungen fehlen dagegen auf den frisch aus dem Gestein herausgeschlagenen Einsprenglingen dieser und ähnlicher schlesischer und anderer Vorkommen mit nahezu ebenen, wenn auch nicht reflektierenden Kristallflächen, ebenso den ganz zersetzten (z. T. carbonatisierten), aber scharfen Kristallen der Thüringer-Wald-Porphyre und den in Drusen aufgewachsenen Kristallen von Striegau u. a. O. in Schlesien, von Baveno und ähn-

lichen. Es ist dabei natürlich abzusehen von den bekannten Albit-Überwachsungen der letzten, die wohl schon zur Zeit der Drusenfüllung entstanden, denn der Überzug der Karlsbader Zwillinge besteht aus Orthoklas (vielleicht Mikroklin). Von (110) abgesprengte Teile des Überzuges ergaben den für Orthoklas charakteristischen Winkel 001 : 110 = 112° 27′ (ber. 112° 13′, dagegen bei Albit 114° 43′ und 110° 50′), ferner das für Orthoklas charakteristische Interferenzbild: eine optische Achse nicht weit von der Flächennormale, Achsenebene ungefähr parallel der Kante zu (001). Ferner zeigte der Überzug auf (001) niemals Zwillingsbildung nach (010), die auf den Albitüberzügen der Kristalle von Hirschberg und ähnlichen, auch wenn sie nur fein sind, sehr gut zu erkennen ist. Von (010) abgehobene Teile gaben für die Neigung 010 : 001 nicht mehr als 1° Abweichung von 90° und die für Orthoklas (und Mikroklin) charakteristische Auslöschungsschiefe von + 6°. Besonders auch zeigte ein z. T. durch die Neubildung auf (010) gelegter Dünnschliff keine anderen optisch abweichend von Orthoklas orientierten Teile als die auch im Hauptteil (vergl. unten) vorhandenen mikroskopisch feinen Albitadern, die von sehr viel kleineren Dimensionen sind als die Überwachsungen.

Der Feldspat von Ellenbogen bei Karlsbad und speziell der von Hornberg, der mit den eingangs erwähnten identisch sein dürfte, zeigt in seiner Zusammensetzung nach der Analyse von Thugutt (bei Doelter, Handbuch der Mineralchemie. II. p. 529) nichts Besonderes; der Gehalt an Na_2O beträgt nur 2,53 % und damit stimmt der mikroskopische Befund im Schliff nach (010), wo zahlreiche, besonders feine, fast geradlinige Äderchen von Albit unter 9,2° im stumpfen Winkel β zu $\dot{c}$ geneigt verlaufen, wenig anastomosieren und mit etwas breiteren Albitschnüren zusammenhängen. Ob diese großen, aus dem Granit herausgewitterten Kristalle zu irgendeiner Zeit an der Oberfläche eine Zersetzung erfahren haben, scheint trotz ihrer sehr rauhen, löcherigen Oberfläche zweifelhaft. Schon Breithaupt[1] fiel es auf, „daß er, ursprünglich im Granit vorkommend, der oft ganz verwittert und zerfallen ist, selbst eine ziemliche Frische bewahrt hat“. Es scheint möglich, daß die trüb gelblichweißen, anscheinend stark kaolinisierten Körner, die zusammen mit Quarz und Biotit in seine Oberfläche eingewachsen sind, Plagioklas waren; solcher gelblicher Plagioklas umgibt z. B. den Orthoklas im Dreikreuzberg-Granit bei Karlsbad kranzförmig, ähnlich wie im Rapakiwi. Wenn dieser Plagioklas kalihaltig war, könnte dieser die Quelle der Neubildung von Orthoklas in der Hülle

---

[1] A. Breithaupt, Min. Studien. Leipzig 1866. p. 65. Breithaupt hat diesem Feldspat (vermutlich auch wegen seines angeblich hohen, durch die spätere Analyse von Thugutt nicht bestätigten Natrongehalts) einen besonderen Namen, Cottait, gegeben.

nach Entfernung seines Kalkes und Natrons sein, dafür spricht noch, daß die gelblichen, kaolinähnlichen Körner öfter von glitzerndem, neuem Orthoklas (immer in Parallelstellung zum alten Kristall) wie durchtränkt erscheinen.

Vielleicht liefert die nähere Untersuchung der Art des Vorkommens im ursprünglichen und verwitterten Gestein, von denen Proben einstweilen nicht zugänglich sind, näheren Aufschluß über die Neubildung des Orthoklases. Einstweilen sei nur darauf hingewiesen, daß auch sonst Neubildungen von Feldspat unter Bedingungen beobachtet sind, welche wenigstens die Mitwirkung hoher Temperatur ganz ausschließen. F. Grandjean [1] hat solche in zahlreichen Kalken von carbonischem bis tertiärem Alter beobachtet, die sonst keinerlei Merkmale von Metamorphose tragen; er hält es für möglich, daß sie z. T. gleichzeitig mit den Sedimenten entstanden sind, z. T. wohl als Fortwachsungen detritischer Feldspatreste. Ebenso hat nach van Hise [2] in allerdings schon sehr alten und also möglicherweise etwas metamorphosierten Sandsteinen von Eagle Harbour (Mich.) ein Weiterwachsen von Feldspat stattgefunden.

Über die sogenannte Kristallisationskraft.

Von

W. Bruhns (Clausthal) und **Werner Mecklenburg** (Berlin-Lichterfelde W).

In einer vor kurzem erschienenen Abhandlung [3] „Bemerkungen über die lineare Kraft wachsender Kristalle“ haben George W. Becker und Arthur L. Day die Bedenken [4] zu widerlegen versucht, die wir gegen ihre im Jahre 1905 veröffentlichte Theorie [5] von der Existenz einer besonderen, größere geologische Bedeutung besitzenden, jetzt meist als „Kristallisationskraft“ bezeichneten Kraft, die linear gepreßte Kristalle befähigen soll, gegen die pressende Kraft Arbeit zu leisten, geltend machten. Da wir die „Bemerkungen“ von Becker und Day nicht als zutreffend anerkennen können, sehen wir uns zu den folgenden Gegenäußerungen gezwungen:

1. Becker und Day werfen uns vor, daß wir ihren entscheidenden Versuch bei der Wiederholung nicht richtig ausgeführt hätten. Sie hätten bei ihrer Versuchsanordnung einen belasteten Kristall, wir dagegen hätten zwei Kristalle in derselben Kristallisierschale, und zwar einen belasteten und einen unbelasteten, nebeneinander wachsen lassen, und das bedeute eine grundsätzliche

---

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. 1911. I. -350- u. II. -182-.
[2] Das. 1887. I. -68-.
[3] Dies. Centralbl. 1916. p. 337—346, 364—373.
[4] Jahresber. d. Niedersächs. Geol. Ver. Hannover. 6. 1913. p. 92—115.
[5] Proc. of the Wash. Acad. of Science. 7. 1905. p. 283—288.

und fehlerhafte Abweichung von ihren Versuchsbedingungen, denn die Löslichkeit des gewöhnlichen Alauns — diesen hatten wir nach dem Vorgange von Becker und Day als Versuchsmaterial benutzt — werde durch „Druck“ erhöht. Wenn sich also nebeneinander in derselben Lösung zwei Kristalle, ein belasteter und ein unbelasteter, befänden, so könne die Lösung gegenüber dem unbelasteten Kristall übersättigt sein, dieser also wachsen und sich gleichzeitig dem belasteten Kristall gegenüber als nur gerade gesättigt oder sogar als ungesättigt erweisen, und das sei bei unseren Versuchen offenbar der Fall gewesen.

Hier ist — von allem übrigen abgesehen — den beiden Autoren insofern ein Irrtum untergelaufen, als sie die Wirkung eines allseitigen, gleichzeitig auf Kristall und Lösung wirkenden Druckes mit der Wirkung einer nur in einer Richtung und auf den Kristall allein wirkenden „Pressung“ verwechselt haben. Es ist unzulässig, die Erfahrungen, die an unter allseitigem Druck stehenden Systemen gemacht sind, auf den Fall gepreßter Kristalle zu übertragen. Insbesondere ist, wie M. Hasselblatt vor kurzem gezeigt hat [1], der Einfluß einer Pressung auf den Schmelzpunkt und damit auch auf die Löslichkeit, für die ja in dieser Hinsicht das gleiche gelten muß, praktisch gleich Null. In der Tat zeigten denn auch die belasteten Kristalle bei unseren Versuchen nur insofern ein geringeres Wachstum, „als weniger freie Fläche vorhanden war“. Damit entfallen die von Becker und Day gegen unsere Versuchsanordnung ausgesprochenen Bedenken [2], und so können wir auch von einer Diskussion ihrer zahlreichen weiteren sich daran anschließenden, z. T. recht eigentümlichen Betrachtungen über die verschiedene Löslichkeit von Unter-, Seiten- und Deckfläche eines Kristalles hier absehen.

2. Erfreulich ist es, daß Becker und Day der von uns gegebenen Erklärung über die Entstehung des randlichen „Wulstes“ an der Unterseite der wachsenden Kristalle, der ja für die Theorie ihrer und unserer Versuche eine grundlegende Bedeutung hat, im wesentlichen zustimmen und insbesondere die Tatsache, daß ein am Boden des Kristallisationsgefäßes wachsender Kristall dem Boden nicht unmittelbar aufliegt, sondern auf einer Flüssigkeitsschicht schwimmt, anerkennen. Das ist von Wichtigkeit. Denn wenn ein Kristall nicht auf dem Boden aufliegt, sondern auf einer Flüssigkeitsschicht

[1] Meinhard Hasselblatt, Über den Schmelzpunkt gepreßter Kristalle. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **93**. 75—83. 1915.

[2] übrigens auch ein Teil der von uns über das „Wandern des Wulstes“ geäußerten Vermutungen. Diese Erscheinung, deren Gründe uns noch nicht vollkommen klar sind, halten wir für die Frage der spaltenerweiternden oder Gebirgsteile hebenden Kristallisationskraft zurzeit für unwesentlich, weil bisher in der Natur Anzeichen für ihr Auftreten unter entsprechenden Umständen unseres Wissens überhaupt nicht vorliegen.

schwimmt, so kann man auch nicht behaupten, daß das Gewicht des Kristalles und der auf ihm ruhenden Last allein von der Schneide des Wulstes getragen werde, und damit entfallen die Grundlagen der von Becker und Day angestellten Berechnungen über die Größe der von dem wachsenden Kristall gegen die auf ihm ruhende Last geleisteten Arbeit.

3. Die Höhe des Wulstes hatten wir in unserer Mitteilung zu 0,1—0,2 mm angegeben. Hiermit stimmen die Messungen von Becker und Day überein, denn bei den von ihnen angeführten Versuchen betrug die totale Dickenzunahme der an der Oberfläche bedeckten Kristalle im Höchstfalle 0,131 mm. Unsere Versuche haben aber ergeben, daß der Wulst nicht beliebig weiterwächst, sondern in dem Maße, wie der wachsende Kristall sich verbreitert, mit annähernd konstanter Höhe nach außen wandert. Diesen, unseres Erachtens sehr wesentlichen Punkt übergehen Becker und Day in ihrer Entgegnung vollständig. Offenbar ist es ihnen auch entgangen, daß auch bei ihren Versuchen das Dickenwachstum der Kristalle, d. h. die Erhöhung des Wulstes nicht weiter fortzuschreiten, sondern sich einem Grenzwert zu nähern scheint, wie man leicht erkennen kann, wenn man das Dickenwachstum der Kristalle als Funktion der Zeit in ein Koordinatensystem einträgt.

4. Ähnlich wie bei der Besprechung des Einflusses, den ein „Druck" auf die Löslichkeit eines Kristalles hat, ist den beiden Autoren auch bei der Erörterung unseres „Tonplattenversuchs" ein Versehen untergelaufen, indem sie bei ihren gegen unsere Auffassung gerichteten Betrachtungen, offenbar ohne es zu merken, die prinzipielle Richtigkeit unserer Auffassung voraussetzen. Der von ihnen als Beweis gegen die Richtigkeit unserer Anschauung angeführte Kapillaritätseffekt — scheinbare Anziehung zweier durch eine dünne Flüssigkeitsschicht getrennter Platten — kann nämlich nur eintreten, wenn die Flüssigkeit, wie Becker und Day selbst angeben, beide Platten benetzt. Benetzung aber setzt voraus die Entstehung einer dünnen Flüssigkeitsschicht in dem kapillaren Raum zwischen den beiden Platten. Becker und Day geben also selbst zu, daß sich zwischen dem Boden der Kristallisierschale und den Tonscherben und zwischen diesen und den Bechergläsern eine Flüssigkeitsschicht befunden, daß also, da diese Flüssigkeitsschicht vorher nicht vorhanden war, eine Hebung der Platten bezw. der Bechergläschen um die Dicke der Flüssigkeitsschicht stattgefunden hat. Sie werden also wohl auch zugeben, daß, wenn die Flüssigkeitsschicht verdunstet, an deren Stelle eine Kristallschicht zurückbleiben, und daß eine häufige Wiederholung des Vorganges im Laufe der Zeit — wir haben für unseren Versuch 5 Monate, nicht, wie Becker und Day fälschlicherweise angeben, nur wenige Tage gebraucht — eine Verstärkung der Kristallschicht zur Folge haben kann. Daß der von Becker und Day angeführte Kapillaritätseffekt

bei der Verdunstung der Flüssigkeit eine Anziehung der einander gegenüberstehenden Flächen bewirkt, d. h. das Gewicht der Tonscherben sowie der Bechergläschen scheinbar erhöht, ist ein sekundärer Effekt, der die in unserer Mitteilung kurz und, wie wir glaubten, unmißverständlich als Kapillaritäts- und Adsorptionskräfte bezeichneten Kräfte in ihrer Wirkung wohl abschwächen, aber nicht aufheben kann.

5. Eine Diskussion der Frage, warum Becker und Day bei Verdunstung einer 2%igen Lösung von Gummi arabicum keine merkliche Hebung des Glasblocks erzielt haben, scheint überflüssig. Braucht man sich doch nur einmal auszurechnen, um welchen Betrag der Glasblock bei Bildung einer Benetzungsschicht von z. B. 0,1 mm Dicke durch die Verdunstung einer 2%-Gummilösung im günstigsten Fall gehoben sein kann, und die errechneten Werte mit den in Tabelle 7 der Becker-Day'schen Arbeit enthaltenen Angaben über die tatsächlich beobachtete „Dickenzunahme" zu vergleichen, um sich ein ungefähres Bild von dem wahren Sachverhalt zu machen.

Auch erscheint es wohl kaum erstaunlich, daß Becker und Day, als sie anstatt einer 2%-Gummilösung eine gesättigte Alaunlösung zwischen einem Glasblock und einer Glasplatte verdunsten ließen, einen größeren Effekt wahrgenommen haben. Muß doch nicht nur die hier erheblich größere Menge des Trockenrückstandes der Lösung, sondern auch der bei unseren Versuchen seinerzeit sehr stark in Erscheinung getretene Umstand, daß die zuerst entstandenen, nach dem früher Gesagten von der Unterlage und der Auflage durch Flüssigkeitsschichten getrennten kleinen Kristalle kristallisationsfähige Masse aus der Umgebung „anziehen", also gewissermaßen konzentrierend wirken, den Effekt verstärken. Daß die „Dickenzunahme" sich auch hier asymptotisch einem Grenzwerte nähert, und zwar einem Grenzwerte, der hinter der in kristallisationsfähigeren Lösungen beobachteten „Wulsthöhe" merklich zurückzubleiben scheint, sei nur im Vorübergehen bemerkt.

Eine eingehendere Erörterung der Becker-Day'schen „Bemerkungen" dürfte bei der gegenwärtigen Sachlage überflüssig sein. Wir sehen daher hier von der Besprechung der Frage ab, ob nicht im Gebirge eher die für das Wachstum eines Kristalls gegen eine Pressung wesentliche flüssige Zwischenschicht zwischen Kristall und Spaltenwand weggedrängt, als die Spalte selbst erweitert werden dürfte. Wir glauben auch den in unserer Mitteilung bereits gemachten Hinweis, daß der für die Lehre von der „Kristallisationskraft" so wichtige Wulst unseres Wissens in der Natur bisher nicht beobachtet worden ist, hier nicht zu diskutieren zu brauchen. Betonen möchten wir aber, daß uns auch nach der neuen Veröffentlichung von Becker und Day die „lineare Kraft wachsender Kristalle" noch keineswegs als „ein scharf definierter physikalischer

Prozeß" erscheint, und daß wir die von Becker und Day beschriebenen, im wesentlichen mit unseren Erfahrungen übereinstimmenden Versuche nicht als eine genügend sichere Grundlage für die Einführung eines so bedeutungsvollen Begriffes ansehen können, wie der Begriff „Kristallisationskraft" zu sein beansprucht und im Falle genügender Begründung auch mit Recht beanspruchen würde.

Anfang Dezember 1916.

Einfache Demonstration der Reflexkegel beim Lauephotogramm mittels gewöhnlichen Lichtes.

Von **Rudolf Scharizer** in Graz.

Professor Fr. Rinne hat in diesem Centralblatt 1916 p. 545 ein einfaches Mittel zur Demonstration der Reflexionskegel bei den Röntgen-Lauephotogrammen mit Hilfe des gewöhnlichen Lichtes angegeben. Dies veranlaßt mich, ein noch einfacheres Mittel für den gleichen Zweck hier zu beschreiben, das ich bei meinen Vorträgen über die Lauephotogramme, die ich im Winter 1915/16 in der morphologischen Gesellschaft und dem naturwissenschaftlichen Verein zu Graz hielt, zur Erläuterung dieser Erscheinung verwendete.

Da die Zonen eines Kristalles mit fazettierten Glasstäben verglichen werden können, nahm ich einfach einen Glasstab — gewissermaßen eine Zone mit unendlich vielen Flächen — und stellte ihn in den Gang eines dünnen parallelen Strahlenbüschels, das mir ein Zeiß'scher Projektionsapparat lieferte, und erhielt auf der Projektionswand den Querschnitt des Reflexionskegels in den verschiedensten Formen je nach der Lage des Glasstabes zum einfallenden Lichtstrahl.

Ich versuchte nun auch ein ganzes Lauephotogramm auf diese Weise nachzuahmen, indem ich auf eine Glasplatte dünne Glasstäbe unter den Winkeln, welche die Zonenachsen der oktaedrischen und dodekaedrischen Zonen im regulären Systeme bilden, so aufkittete, daß sie sich in einem Punkte berührten. Als ich nun dieses Gebilde in den Gang eines dünnen parallelen Lichtbündels stellte, erhielt ich auf der Projektionswand ein Bild, das überraschend einem Lauephotogramm glich. Es bestand aus verschieden dimensionierten Kreisen, die alle durch einen Punkt gingen, der dort lag, wo der Primärstrahl die Projektionswand traf. Da die Glasstäbe Zonen mit unendlich vielen Flächen darstellten, enthielt das Projektionsbild keine Punkte, sondern nur Kreise.

Durch Drehen der Platte konnten auch alle Verzerrungen nachgeahmt werden, die das Lauephotogramm zeigt, wenn der Primärstrahl nicht senkrecht zur Kristallfläche — hier stellte die Glasplatte die Würfelfläche dar — auffällt.

Dieses Demonstrationsmittel kann von jedermann ohne große Kosten angefertigt werden.

Min.-petr. Institut der Universität Graz zu Weihnachten 1916.

Basaltglas vom Steinberge bei Feldbach.

Von **Josef Stiny** in Feldbach.

Mit einer Figur.

Über Brocken von Basaltglas („Sideromelan") in oststeirischen Basalttuffen hat neben anderen besonders A. Sigmund[1] in seiner schönen Untersuchung über die Basalte der Steiermark ausführlich berichtet. Eine chemische Analyse des Sideromelans lag ihm nicht vor; meines Wissens wurde eine solche auch seither nicht vorgenommen.

Es gelang mir nun im vorigen Sommer, basaltisches Glas auch im Basalt fels aufzufinden. Es bildet Schlieren in den mittleren Lagen des neuen, erst im Spätfrühling des Jahres 1915 aufgeschlossenen Steinbruches am Nordwestabhange des Steinberges bei Feldbach. Die Glasschlieren zeigen unregelmäßige Form, unscharfe Begrenzung, sind verschieden groß und erreichen bisweilen die Ausmaße einer Männerfaust. Trümmer dieser glasigen Partien finden sich auch außerhalb des Steinbruches im Gehängschutte.

Das Glas ist obsidianartig, pechschwarz, mit firnisähnlichem Glanze, und bricht muschelig mit sehr scharfen Kanten. Sein Vorkommen bildet ein Seitenstück zu den Funden zahlreicher, bimssteinähnlicher Abänderungen des Basaltes, welche teils im alten, verlassenen Steinbruche nahe der Südwestkuppe des Steinberges anstehen, teils dem Gehängschutte an vielen Stellen des Berges beigemengt sind; schon Sigmund (a. a. O. 18. p. 387) erwähnt „schlackige" Gesteine vom Steinberge.

Gepulvert zeigt das Glas olivgrüne Farbe; in roher, konz. Salzsäure löst es sich nur teilweise. Vom Hufeisenmagnet wird es im allgemeinen nicht angezogen; nur einzelne, wahrscheinlich an Magneteisen reichere Körnchen bleiben am Magneten haften.

U. d. M. zeigt die Glasmasse eine lichtbraune Farbe. Farblose Flasern (längliche Höfe) treten häufig auf; sie sind fast immer langgestreckt und schließen zumeist einen mit ihrer Längsachse gleichgerichteten Trichit ein. Als Ausscheidungen finden sich in der Glasmasse spärlich Mikrolithe, bezw. Kristallite, so z. B. von Nephelin, Olivin, Augit, Zirkon; diese Einschlüsse vereinigen sich teils zu büschel- oder morgensternähnlichen Gruppen, teils liegen sie einzeln verstreut in der Glasmasse. Die größeren zeigen nicht selten regelmäßige Kristallformen, bei den kleineren herrscht Endflächenlosigkeit vor. Die Enden der Nephelinnadeln sind meist zu gabeligen Spitzen ausgezogen, so wie dies z. B. A. Penck[2] von

[1] A. Sigmund, Die Basalte der Steiermark. Min.-petr. Mitt. **15**. 1896, **16**. 1897. **17**. 1898. **18**. 1899.

[2] A. Penck, Über Palagonite und Basalttuffe. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1879. 539.

den Nephelinsäulchen in der glasigen Grundmasse der Auswürflinge des Palagonittuffes vom Hohenhöwen im Hegau beschreibt. Spärliches Eisenerz, vermutlich Titaneisen und Magnetit, bildet in Form feinen Staubes mit wenigen größeren Körnern stellenweise kometenschweifähnliche Streifen im Schliffbilde.

Ähnliche Ausscheidungen von Mineralien hat A. Sigmund (a. a. O.) in der Glasmasse des Nephelinbasanites vom Seindl, des Magmabasaltes von Stein bei Fürstenfeld und vom Nephelinbasanite des Steinberges bei Feldbach beschrieben.

Bis jetzt habe ich die Glasschlieren in zweierlei Basaltabarten gefunden.

Die erste Abart ist ein dichtes, grauschwarzes, zart weißgetupftes Gestein, in dem man mit freiem Auge zahlreiche feine Poren und bisweilen Körner von Olivin und Augit feststellen kann. Dünnschliffe, welche sowohl Teile der Glasmasse als auch den angrenzenden Basaltfels treffen, lassen erkennen, daß gegen den Rand der Glasschliere zu die Einschlüsse im Glase an Zahl und an Größe zunehmen. Unter die Mikrolithe und Kristallite mischen sich immer häufiger deutlich bestimmbare Kristalle, unter denen zumal die meist zonar gebauten Augite mit ihren prachtvollen Farbenerscheinungen unter gekreuzten Nicols das Schliffbild beleben. Den eigentlichen Rand der Glasmasse bildet eine dunkle Rinde, welche in einer trüben, tiefgefärbten und stark entglasten Glasmasse verwaschen begrenzte Kristalle enthält. Auf diese Randzone folgt mit allmählich heller werdender Farbe das Muttergestein. Nahe dem Rande sind in ihm reichliche Körner von Erzen (Magnetit und Ilmenit) über den Schliff zerstreut. Die Grundmasse bildet der Hauptsache nach Glas, dessen Entglasung um so weiter fortgeschritten ist, je näher die beobachteten Schliffstellen dem Rande der Schliere zu liegen. In der vorwiegend glasigen Grundmasse fallen an Einschlüssen namentlich blaßbraune Augite und rötlichbraune Olivine auf. Das Gefüge ist vitrophyrisch. Auf die Schlieren in diesem Gesteine bezieht sich die eingangs gegebene Schilderung des Schliffbildes der Glasmasse.

Die zweite, Glas einschließende Basaltabart hat rauhere Bruchflächen und ist grobkörniger als die erste; das unbewaffnete Auge erblickt auf grauschwarzem Untergrunde zahlreiche weiße, strichförmige Feldspatleistchen von 2—6 mm Länge. U. d. M. erscheint die Glasmasse der Schliere aus dieser Basaltabart dunkelbraun gefärbt und voll ähnlicher lichter, länglicher Flecken, wie das Glas der erstgenannten Abart; in den helleren, blaßgelben bis fast farblosen „Fenstern" aber liegen Entglasungsgebilde von zierlicher, an Ähren, Farrenwedel u. dgl. erinnernder Anordnung. Solche farrenkrautähnliche Entglasungsgebilde erwähnt Sigmund (a. a. O. 17. p. 531) vom Magmabasalt von Stein in der Nähe von Fürstenfeld. Von außersteirischen Vorkommen schildern zahlreiche

Forscher hellere Entglasungsflecke mit farrenähnlichen Mikrolithgruppen in Basaltgläsern. Die Randzone des normalen Gesteines enthält gegen die Glasschliere zu in einer glasigen Grundmasse hauptsächlich Einsprenglinge von Feldspat, Olivin und Augit. Der Feldspat gehört der Reihe Bytownit—Anorthit an und zeigt prachtvolle Leistenform; in der Nähe der Schliere sind die Leistchen häufig in zwei gabelartige Spitzen ausgezogen. Die Olivine sind am Rande lebhaft rot oder rotbraun gefärbt[1]; seltener hat die Rotfärbung auch schon den gewöhnlich helleren Kern erfaßt. Der blaßbraune, reichlich vorhandene Augit zeigt Zwillings- und Sanduhrbau.

Von dem firnisartig glänzenden Basaltglase, wie es sich in der zuerst erwähnten dichten Basaltabart findet, wurde eine Analyse ausgeführt:

	Gewichtshundertstel		Molekularhundertstel
SiO_2	60,29	Säuren	68,66
Al_2O_3	17,59	Tonerde	11,61
Fe_2O_3	1.28	Eisen usw.	4,15
FeO	3,15		
CaO	1.89	CaO	2,28
MgO	0,29	MgO	0,49
K_2O	6.22	K_2O	4,45
Na_2O	7,68	Na_2O	8,36
TiO_2	1,14	zusammen	100,00
MnO	0,08		
H_2O von 110°—1250°	0,17		
zusammen	99,78		

Daraus ergeben sich die Werte:

s = 68,66	a = 13,83
n = 6,52	c = 0
k = 0,83	f = 6,17

Keines der Ergebnisse von acht Analysen basaltischer, obsidianartiger Gläser, die Zirkel[2] anführt, enthält so viel Kieselsäure, wie das Basaltglas vom Steinberge. Auch sonst räumen ihm die Mengenverhältnisse, in denen Wasser, Alkalien, alkalische Erden und Eisenverbindungen auftreten, eine Art Sonderstellung gegenüber den angezogenen Gesteinsgläsern ein, obwohl die Beschreibungen, welche z. B. über den Hyalomelan von der Sababurg, den Tachylit von Bobenhausen und das tachylitartige Basaltglas von der im Jahre 1891 bei Pantellaria entstandenen Vulkaninsel vor-

[1] Die Rotfärbung der Olivine hat H. Möhl (Die Basalte und Phonolithe Sachsens. Nova acta d. Leop.-Carol. Akad. d. Naturf. **36**. No. 4) auch bei sächsischen Basalten häufig beobachtet.

[2] Zirkel. Lehrb. d. Petrographie. (2.) **3**. 91 ff.

liegen, im allgemeinen recht gut mit jener des obsidianartigen Glases vom Steinberge stimmen.

Vergleichshalber wurde auch das dichte, grauschwarze Basalt-Muttergestein (erster Abart) analysiert. Die Probe wurde jedoch nicht der nächsten Umgebung der Glasschliere entnommen, sondern von dem Durchschnittstypus des Basaltes ungefähr in der Steinbruchmitte gewählt. Bevor ich das Ergebnis der Bauschanalyse wiedergebe, will ich das Schliffbild des Gesteines, dessen Tracht bereits weiter vor geschildert wurde, kurz beschreiben.

Der Schliff erscheint dem unbewaffneten Auge im auffallenden Lichte hellaschgrau. U. d. M. bilden Nephelin und Glas eine Art Grundmasse. Ersterer entbehrt der Eigenform und der gleichmäßigen Verteilung über den Dünnschliff; nephelinreichere Stellen wechseln mit nephelinärmeren ab. Im umgekehrten Verhältnisse zur Nephelinmenge steht der örtliche Anteil der Glasmasse an der Zwischenfülle. Das Glas ist meist lichtbraun gefärbt, seltener farblos und zeigt fortschreitende Entglasung.

An Einsprenglingen erkennt man Augit, Olivin, Feldspat und Erze. Der Augit zeigt blaßbraune Farbe, häufig Zonenbau und Zwillingsbildung nach (100); auch Berührungszwillinge kommen vor. Die Auslöschungsschiefe ist oft schwer festzustellen; sie erreicht Werte von 50 Grad und darüber. Olivin tritt spärlich auf. Magmatische Einwirkung hat oft die Ränder seiner Körner verunstaltet. Kleinere Körner zeigen oft zur Gänze rötlichbraune Färbung, bei größeren beschränkt sich die Bräunung auf den Rand und entsendet höchstens längs Rissen gefärbte Äste in das Innere des Kristalls, der häufig Erzkörnchen einschließt. Der Feldspat bildet farblose Leistchen, deren optisches Verhalten sie der Reihe Labradorit—Bytownit—Anorthit zuweist. Die Erze sind in spärlicher Menge über den ganzen Schliff verstreut; Magnetit herrscht gegenüber dem Ilmenit vor.

Trotzdem Nephelinfülle und Glastümpel als eine Art von Grundmasse aufgefaßt werden können, wird das Gefüge doch am besten als hypidiomorph-körnig bezeichnet. Die Zusammensetzung weist das Gestein den Nephelinbasaniten zu. Die Druckfestigkeit des Gesteines wurde mit 2657 kg/cm² bestimmt, das Raumgewicht mit 2,91.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt also die völlige Übereinstimmung mit dem Nephelinbasanite, den A. Sigmund (a. a. O.) aus dem alten, sog. Krenn'schen Steinbruche beschrieben hat. Dieser Bruch liegt einige hundert Meter südwestlich des neuen, großen Aufschlusses. Lagerungsverhältnisse und Gesteinsbeschaffenheit lassen den Schluß zu, daß das neu aufgedeckte, früher unter Gehängschutt begraben gewesene Gestein mit abnehmender Mächtigkeit zum alten Steinbruch hinüberstreicht. Interessant sind die Absonderungsformen des Basaltes im neuen Steinbruche. Zu unterst

beobachtet man eine Fluidalstruktur, ins Große übertragen; lange, drei- und mehrkantige, dünne Stengel sind zu Strahlenbüscheln und wellig gebogenen Strahlenzügen vereinigt. Darüber macht sich eine unregelmäßig parallelepipedische Zerklüftung bemerkbar. Ungefähr in halber Höhe des Bruches herrscht die gewöhnlich beim Basalte beobachtete säulige Absonderung vor; diese wird wiederum von einer eben- bis schalig-plattigen, stellenweise von einer kugelig-schaligen abgelöst. Gegen den Abraum im Hangenden zu wird wieder eine unregelmäßig parallelepipedische Zerklüftung herrschend.

Die Analyse ergab:

	Gewichtshundertstel		
SiO_2	45,88		
Al_2O_3	18,99	s =	51,92
Fe_2O_3	2,22	a =	4,15
FeO	6,61	c =	2,62
CaO	9,93	f =	13,23
MgO	5,36	n =	7,82
K_2O	2,34	k =	0,67
Na_2O	5,52		
TiO_2	2,52		
MnO	0,31		
H_2O bis 110°	0,16		
H_2O von 110°—1250°	0,10		
zusammen	99,94		

Zum Vergleiche wurden die Analysen dreier steirischer Basalte ausgewertet. Es wurde gefunden:

Feldspatbasalt von Weitendorf (Analyse von H. Leitmeier nach C. Preiss)[1]:

s =	53,88	a =	1,99
n =	6,44	c =	5,06
k =	0,64	f =	12,95

Magmabasalt von Stein bei Fürstenfeld (Analyse von R. v. Zeynek nach A. Sigmund, a. a. O.):

s =	51,55	a =	2,90
n =	7,09	c =	3,44
k =	0,74	f =	13,66

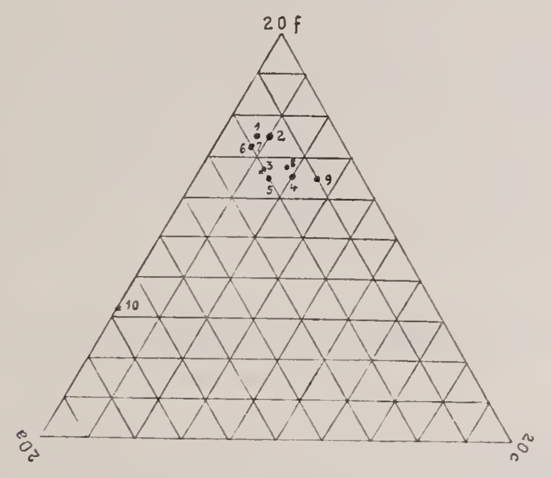
Hauynreicher Nephelinit vom Hochstraden, Gleichenberg Süd (Analyse von A. Jäger nach A. Sigmund, a. a. O.):

s =	48,41	a =	4,01
n =	7,93	c =	1,34
k =	0,57	f =	14,65

(Rechnungsergebnisse etwas von jenen abweichend, welche Reinisch, Petrographisches Praktikum, II. Teil, angibt.)

[1] C. Preiss, Die Basalte vom Plattensee, verglichen mit denen Steiermarks. Mitt. naturw. Ver. f. Steiermark 45. 55.

Die Analysenwerte des Gesteines vom Stradnerkogel zeigen eine ziemlich gute Übereinstimmung mit jenen des Basaltes vom Steinberge bei Feldbach. Die Unterschiede liegen nur in der kleineren Säureziffer des Nephelinites, der etwas geringeren Tonerde und Magnesiaführung und des größeren Kalkgehaltes (Hauynführung!). Größer noch sind die Ähnlichkeiten zwischen dem Magmabasalte von Stein und dem ja gleichfalls glasführenden Feldbacher Gesteine. Etwas weiter abseits steht der Basalt von Weitendorf, eine Feststellung, die im Schrifttume bereits auf Grund des mikroskopischen Befundes gemacht wurde. Die enge Zusammengehörigkeit der erstgenannten drei Gesteine zu einem Gau zeigt auch ein Blick auf das am Schlusse wiedergegebene Osann'sche Dreieck.



× = Basalt vom Steinberge bei Feldbach, neuer Steinbruch.
1 = basaltischer Trachybasalt, Volvic, Auvergne (mit 0,44 Mn O).
2 = Trachydolerit, Löwenburg im Siebengebirge.
3 = phonolithoider Nephelinbasanit, Chajorra auf Teneriffa.
4 = basaltischer Nephelintephrit, Dobrankatal im böhmischen Mittelgebirge (mit 1,78 TiO_2, 1,55 P_2O_5).
5 = olivinarmer Leucitbasanit, Vesuv; Mittel aus 49 Analysen.
6 = basaltischer Leucittephrit, Falkendorf im böhmischen Mittelgebirge (mit 2,27 TiO_2, 1,33 P_2O_5).
7 = basaltischer Nephelinit, Hochstraden, Steiermark (mit 2,41 TiO_2, 0,89 P_2O_5, 0,35 MnO, 0,36 Cl, 0,64 SO_3); fällt mit No. 6 zusammen.
8 = Magmabasalt, Stein bei Fürstenfeld (Steiermark).
9 = Feldspatbasalt von Weitendorf (Steiermark).
10 = basaltisches Glas vom Steinberge bei Feldbach, neuer Steinbruch.

No. 1—7 nach R. Reinisch, Petrographisches Praktikum. II. Teil. Berlin 1912; No. 8 nach A. Sigmund, a. a. O.; No. 9 nach H. Leitmeier in C. Preiss, a. a. O.

Im Dreieck liegt von den dem Petrographischen Praktikum von Reinisch, II. Teil, II. Auflage, entnommenen Werten auswärtiger Gesteine der Analysenpunkt des Leucitbasanites vom Vesuv jenem des Steinbergbasanites sehr nahe. Wie hier der Nephelingehalt in dem höheren Werte für Na_2O zum Ausdrucke kommt, so verursacht dort der Leucitreichtum das Vorherrschen von K_2O gegenüber dem Natron in den sonst recht ähnlichen Analysenwerten. Auch der Trachydolerit von der Löwenburg im Siebengebirge zeigt gewisse chemische Verwandtschaften; auf die petrographische Ähnlichkeit hat bereits A. Sigmund (a. a. O.) hingewiesen. Nahe steht auch der basaltische Trachybasalt von Volvic in der Auvergne und der basaltische Leucittephrit von Falkendorf im böhmischen Mittelgebirge. Der Analysenpunkt des phonolithoiden Nephelinbasanites von Chajorra auf Teneriffa fällt sogar trotz mancher Unterschiede in den Mengenverhältnissen der einzelnen chemischen Verbindungen mit jenem des Nephelinbasanites vom Steinberge nahezu zusammen.

Die Untersuchung der Gesteine des Steinberges bei Feldbach und ihrer Lagerungsverhältnisse soll fortgesetzt werden. Für Übersehen im Schrifttume bei der vorliegenden Arbeit wolle der Umstand als Entschuldigung gelten, daß der Verfasser Kriegsdienste leistet.

Feldbach, im Jänner 1917.

Machairodus im Höhlendiluvium von Mähren und Niederösterreich[1].

Von Privatdozent Dr. **Jos. Woldřich** in Prag.

Mit 2 Textfiguren.

Bei Brünn in Mähren fand ich im untersten Höhlenlehme einer Höhle der Stranská skála (Malm β) nebst zahlreichen anderen diluvialen Säugetierzähnen und -knochen einen durch seine Plattheit auffallenden Felidenreißzahn in Gesellschaft von *Felis spelaea*, *Hyaena spelaea*, *Ursus spelaeus*, *Elephas primigenius*, wahrscheinlich auch *Elephas antiquus*. Er gehört einer diluvialen *Machairodus*-Art an und wurde bereits während meines Studienaufenthaltes in Berlin bestimmt. Ich möchte bei dieser Gelegenheit Herrn Geheimrat Prof. W. Branca sowie Herrn Prof. Stremme (damals Privatdozent und Assistent) für ihre werte Zuvorkommenheit, die sie mir entgegenbrachten, meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Nach Boule[2] tritt die Gattung *Machairodus* in Europa zum ersten Male im Eocän auf; aus dem mittleren Miocän kennt

[1] Eine eingehende Beschreibung veröffentlichte ich in den Publikationen der böhmischen Akademie der Wissenschaften zu Prag, 1916.

[2] M. Boule, Revision des espèces européennes de *Machairodus*. Bullet. de la soc. géol. de France. 1901. p. 551. — Derselbe: Les grands chats de Cavernes. Annales de Paléont. Paris 1906.

man *M. palmidens* Blainv. und *M. Jourdani* Filh., aus dem oberen Miocän *M. aphanistus* Kaup. Aus dem Pliocän sind bekannt die Arten *M. cultridens* Cuv. und *M. crenatidens* Weith. sowie *M. Nestianus*, während aus dem Diluvium eine einzige Art, nämlich *M. latidens* Owen (England, Frankreich, Ligurien) angeführt wird. In Mitteleuropa fand wohl zum ersten Male Überreste dieser Art Freudenberg[1] im Höhlendiluvium von Hundsheim in Niederösterreich.

Im Diluvium Amerikas ist der parallele Ast der Smilodonten bei weitem mehr spezialisiert; man kennt hier einige diluviale Arten.

Die Krone der oberen Reißzähne von *Machairodus* besteht aus 3 Loben, dem vorderen Protostyl, mittleren Paracon und hinteren Metacon. Bei den miocänen Arten ist der Protostyl durch eine tiefe Rinne in 2 selbständige Spitzen geteilt (z. B. bei *M. aphanistus*), bei pliocänen Arten ist er nicht geteilt, während bei den diluvialen Nachkommen diese Zweiteilung, wie wir zum ersten Male hier feststellen können, abermals auftritt. Es sind eben die von uns hier beschriebenen oberen Reißzähne von diluvialen Machairoden die ersten und wohl einzigen, die man aus Europa kennt.

Die Zugehörigkeit des mährischen Reißzahnes zur Gattung *Machairodus* verrät sich durch seine auffallende und charakteristische Plattheit, die ungewöhnliche Schärfe seiner Zahnschneide, die teilweise Kerbung an den distalen und proximalen Rändern der einzelnen Loben, das Fehlen des Protocon an der Innenseite der Krone (vergl. Fig. 1).

In seinen Dimensionen und nach seiner rauhen Oberfläche erinnert unser Zahn am ehesten an die pliocäne Art *M. crenatidens* aus dem Val d'Arno, die von Fabrini[2] beschrieben wurde; ihre Kronenlänge ist gleich, der mittlere Lobus ist in unserem Falle etwas höher, die Zahndicke noch geringer als bei der pliocänen Art. Was jedoch den mährischen Zahn von *M. crenatidens* wesentlich unterscheidet, ist die Zweiteilung des Protostyls (siehe Fig. 1).

In dieser Beziehung stimmt er jedoch mit dem von Freudenberg gefundenen oberen Reißzahn[3] von *M. latidens* Owen überein (Fig. 2). Er unterscheidet sich von letzterem wiederum durch die Rauhheit der Kronenoberfläche, seine größeren Dimensionen und die Kerbung an den Lobenrändern, wie ich gelegentlich am Originale im Hofmuseum[4] zu Wien feststellen konnte.

---

[1] W. Freudenberg, Die Fauna von Hundsheim in Niederösterreich. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1908. p. 197.

[2] M. Fabrini, I *Machairodus* del Val d'Arno sup. Bollet. del R. Com. geol. d'Italia. 1890. Taf. 4—6. p. 121, 161.

[3] Am Gipsabgusse ist die Zweiteilung nicht zu sehen.

[4] Dasselbe wurde mir bereitwilligst von Herrn Kustos Prof. F. X. Schaffer zum Vergleich zur Verfügung gestellt.

	Kronen-länge	Höhe des mittl. Lobus	Zahndicke beim hint. Lobus	Kronen-oberfläche
M. crenatidens	mm	mm	mm	
Val d'Arno . . .	45	18	13	rauh
Machairodus n. sp.				
Stránska skála .	43	20	10	rauh
M. latidens				
Hundsheim . . .	40	16	12	vollständig glatt



Fig. 1. *Machairodus moravicus* n. sp. Oberer linker Reißzahn von der Außenseite. (Natürl. Größe.) Alt-Quartär (n. *El. antiquus*). Höhle Stranská skála b. Brünn. Mähren.

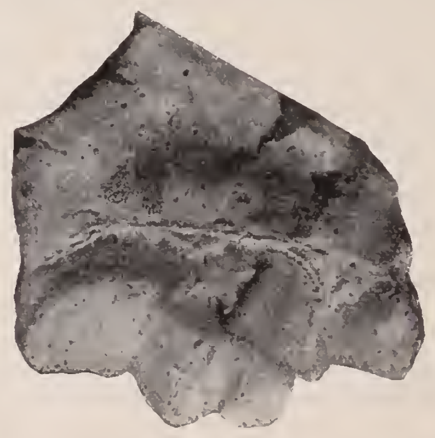


Fig. 2. *Machairodus latidens* Owen. Oberer rechter Reißzahn von der Außenseite. (Natürl. Größe.) Alt-Quartär, Hundsheim, N.-Österreich.

Eine Zweiteilung des Protostyls der oberen Reißzähne kommt bei den miocänen *Machairodus*-Arten vor, während sie den pliocänen Arten fehlt. Sie tritt aber abermals bei den von uns beschriebenen

diluvialen Arten auf. Wohl handelt es sich hier um ein atavistisches Merkmal, welches an einen ursprünglich primitiveren Stand dieser Feliden erinnert. Es ist gewiß interessant, daß dasselbe auch bei amerikanischen diluvialen Smilodontenarten auftritt, so bei *Smilodon neogaeus*[1], wahrscheinlich auch bei *S. californicus*, schließlich auch bei einer kleineren Art *S. gracilis*[2].

Aus einem Vergleiche des mährischen und Hundsheimer Reißzahnes erhellt, daß sie zwar in der atavistischen Zweiteilung des vorderen Lobus übereinstimmen, sonst jedoch vielfach sich voneinander unterscheiden, wie oben angeführt wurde. Da die Zugehörigkeit des Hundsheimer Oberkiefers zum diluvialen *Machairodus latidens* Owen infolge des gleichzeitigen Auffindens von unzweifelhaften Skelettresten dieser Art feststeht, bin ich der Ansicht, daß der durch die rauhe Kronenoberfläche, seine Dimensionen und noch anders von jenem abweichende Reißzahn aus der Höhle bei Brünn einer anderen, neuen diluvialen Art angehört, die ich *M. moravicus* n. sp. benennen will.

Die Vergesellschaftung von *M. moravicus* mit *Elephas antiquus* läßt wohl auf ein hohes diluviales Alter schließen.

Geolog.-paläontol. Institut der böhm. Universität in Prag.

Der Korallenfundpunkt im Lurloch bei Semriach.

Von Ingenieur **Hermann Bock** (Graz. derzeit im Felde).

Mit 1 Profil.

Mit Beziehung auf die von Penecke[3] angeführten Korallen aus dem Schöckelkalk des Lurloches bei Semriach gebe ich bekannt, daß sich der im Lurloch befindliche Aufschluß der korallenführenden Schichten in 3000 m Entfernung vom Eingange in dem mit Walhalla bezeichneten Riesendome der Höhle befindet, und zwar dort, wo das periodische Höhlengerinne mit steiler Blockhalde zum ständigen unterirdischen Bachlauf abbricht[4]. In den Felsen der Sohle zeigen sich dunkle, vom Hochwasser glatt gescheuerte Kalke, in welchen man die Zeichnung von Korallen wahrnimmt. Das Liegende ist ein dunkler, gestreifter Kalk

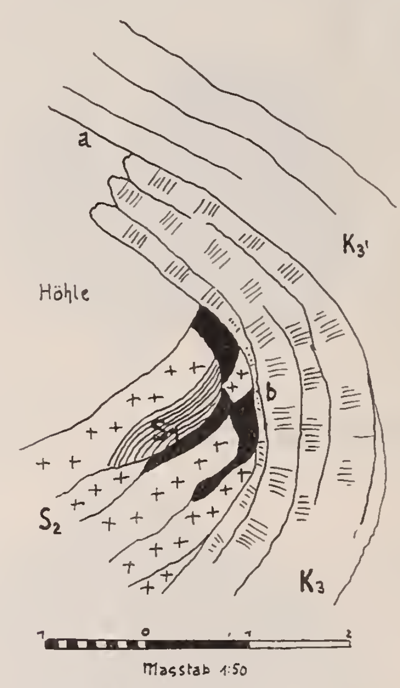
[1] Nach einem Gipsabguß zu urteilen, der mir freundlichst von Herrn Kustos Prof. Drevermann aus dem Senckenberg'schen Museum in Frankfurt zugeschickt wurde. Ich verdanke ihm auch eine Photographie von *Smil. californicus*.

[2] E. D. Cope, The fossil Vertebrata from the fissure at Port Kennedy. Proceed. Acad. natur. Sciences. Philadelphia 1895. p. 446.

[3] Dies. Centralbl. 1915. p. 243.

[4] Hierfür muß auf meine in Aussicht stehende Monographie des Lurloches bei Semriach verwiesen werden.

(K_3 und $K_{3'}$ im beigegebenen Profile); zwischen den Bänken des Korallenkalkes (S_2 im Profile) zeigt sich an einer Stelle graugrüner phyllitischer Schiefer (S_1) und die im Profile schwarz eingezeichneten Quarzite. Die Schichten streichen nur Ost—West und fallen bei a unter 28^0, bei b unter 82^0 gegen Süden. Die dunklen korallenführenden Kalke lassen sich nach aufwärts gegen Semriach zu an mehreren Stellen nachweisen, ohne daß es bisher gelungen wäre. auch nur annähernd bestimmbare Fossilien darin zu finden.



Profil durch den Korallenaufschluß im Lurloch.

In einzelnen Profilen läßt sich deutlich erkennen, daß der dunkle Kalk, der den Korallenbänken des Lurloches und des Badelgrabens (siehe Penecke, l. c. p. 243) entspricht, von grauen Bänderkalken und lichtgelben kristallinen Kalken unterlagert wird; das ist typischer Schöckelkalk. Über den korallenführenden Bänken des Lurloches liegt bis über 300 m mächtig die große Schöckelkalkmasse der Tanneben bei Peggau, die in jeder Beziehung dem Schöckelkalk entspricht. Das Liegende und das Hangende der Korallenschichten ist petrographisch vollständig gleich und die korallenführenden Bänke sind eine Einlagerung im Schöckelkalk und können nicht von ihm getrennt werden.

Besprechungen.

Rudolf Vetter: Beiträge zur Kenntnis der analytischen Eigenschaften der Kohlenstoffmodifikationen und orientierende Versuche über ihre Existenzbedingungen. (Technische Studien, herausgegeben von H. Simon. Heft 18. Berlin-Oldenburg bei Gerhard Stalling. 1916. 79 p.; auch Dr.-Ing.-Dissertation der Techn. Hochschule, Berlin.)

Verf. beginnt seine interessante Arbeit mit vorläufigen Mitteilungen, in denen er an der Hand der bisherigen Literatur die analytischen Eigenschaften und die Trennung der Kohlenstoffmodifikationen, sowie die Entstehungsursachen der letzteren eingehend bespricht. Er hebt hervor, daß man nicht nur über den molekularen Aufbau von Diamant, Graphit und amorpher Kohle sehr unvollkommen unterrichtet ist, sondern daß man auch von ihrem chemischen Verhalten noch zu wenig weiß, um auf diesem Wege mit Sicherheit die verschiedenen Modifikationen des Kohlenstoffs kennzeichnen zu können. Deren chemische Natur genügend aufzuklären, ist Verf. bestrebt; es erwies sich aber als hierzu erforderlich, die chemischen Methoden der Unterscheidung und Trennung besser als bisher auszubilden und sich ferner über die Entstehungsbedingungen der einzelnen Modifikationen ein möglichst vollkommenes Bild zu machen. Am genauesten bekannt geworden ist nach den bisherigen Arbeiten der Diamant, der wegen seiner Reinheit und ausgezeichneten Kristallisation für die mineralogische, physikalische und chemische Untersuchung am geeignetsten ist und der andererseits wegen seiner Kostbarkeit am meisten Anreiz zur synthetischen Nachbildung bietet. Viel zahlreicher als beim Diamant, aber sich vielfach widersprechend, sind die analytischen Angaben über den Graphit, seltener wieder die Versuche, die eine Trennung von Graphit und amorphem Kohlenstoff anstreben. Bei der Besprechung des letzteren wird hervorgehoben, daß es sich hierbei vielfach um hochmolekulare Kohlenstoffverbindungen mit außerordentlich wenig Wasserstoff und außerordentlich hohem Äquivalentgewicht handle und daß die Kohlen, je reiner sie sind, desto widerstandsfähiger gegen chemische Einflüsse werden. Der Eindruck, den Verf. von seinen eingehenden Literaturstudien gewonnen hat, ist der, daß trotz aller bisherigen Arbeiten unsere Kenntnisse über die Natur der amorphen Kohle und des Graphits — bei Diamant sind die Verhältnisse günstiger — noch derart lückenhaft sind, daß es durchaus notwendig ist, sich weiter mit ihrer Entstehung zu befassen, sei es auf mehr analytischem Weg, von dem bisher zunächst allein die Rede war, sei es durch Untersuchung der

Existenzbedingungen der Modifikationen des Kohlenstoffs, über die wir uns ebenfalls noch vielfach sehr im unklaren befinden.

Über das Gleichgewicht amorphe Kohle — Graphit läßt sich leider nach unseren heutigen Kenntnissen nichts Näheres feststellen. Daß Graphit die bei den höchsten Temperaturen stabilste Modifikation des Kohlenstoffs ist, ist bekannt. Es ist aber wohl leichter Graphit aus Kohlenstoffverbindungen abzuscheiden, als amorphen Kohlenstoff in Graphit umzuwandeln. Diese Verbindungen müssen aber sehr einfach sein, wie die Karbide, da bei höheren organischen Substanzen stets die Gefahr einer Bildung schwer sich weiter umwandelnder, unter dem Namen „amorpher Kohlenstoff" zusammengefaßter, sehr sauerstoff- und wasserstoffarmer Komplexe besteht. Tatsächlich ist auch schon häufig Graphit aus Karbiden oder ähnlichen Verbindungen abgeschieden worden, und zwar bei verhältnismäßig niedriger Temperatur. Sehr unsicher ist es, ob Diamant direkt in Graphit übergeht.

Interessanter, aber kaum besser geklärt ist das Gleichgewicht Diamant — Graphit vom Standpunkt der Diamantenbildung aus betrachtet. Verf. geht hier aus von den Untersuchungen von Baur, Sichling und Schenker (N. Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. -145-), gelangt jedoch zu der Ansicht, daß man entweder die Hypothese von Baur ganz fallen lassen oder oft eine darnach metastabile Bildung des Diamants annehmen müsse, wobei er sich für das letztere entscheidet. Versuche, Graphit oder amorphe Kohle unter hohem Druck und hoher Temperatur in Diamant umzuwandeln, scheinen ihm aussichtslos, etwas günstiger wären die Versuche zur Abscheidung von Diamanten aus Gasen. Bei der Bildung von Diamant in Schmelzflüssen wird festgestellt, daß die Schmelzen stets Elemente enthalten, die zu einer Karbidbildung befähigt sind, und daß es scheint, als ob sich bei allen diesen Schmelzflüssen zur Lösung von Kohlenstoff (Moissan, v. Hasslinger, Friedländer etc.) Karbide bilden, die entweder noch weiteren Kohlenstoff zu lösen vermögen oder bei tieferer Temperatur in kohlenstoffärmere Verbindungen übergehen. Dies ist für die Entstehung von Diamant wichtiger, als die rasche Abkühlung.

Diesem ersten mehr referierenden Teil folgt der zweite experimentierende, bei dem aber bezüglich der Einzelheiten noch mehr auf die Arbeit selbst verwiesen werden muß, als dort. Die ausgeführten Versuche sind folgendermaßen zusammengestellt:

I. Beiträge zur Kenntnis der analytischen Eigenschaften der Kohlenstoffmodifikationen.

A. Zur Charakteristik von Diamant.

1. Die Wirkung verschiedener Schmelzen auf Diamant und Siliciumkarbid (Analyse der verschiedenen Materialien; Einwirkung von Kaliumhydroxyd, Alkalicarbonat, Cyanid,

Cyanat und Rhodanat, Magnesiumchlorid, Natriumwolframat, -molybdat und -borat, Schwefelnatrium und Natriumsulfaten).

2. Trennung von Diamant und Siliciumkarbid.

Faßt man die in diesem Abschnitte beschriebenen Beobachtungen über Diamant kurz zusammen, so ergibt sich, daß er von einer Ätzkalischmelze auch unter Zusatz von Bleioxyd nicht angegriffen wird, während Alkalicarbonate bei Gegenwart von Nitrat schon bei viel tieferer Temperatur als Moissan und in neuester Zeit Colomba gefunden haben, d. h. gleich über ihrem Schmelzpunkte, darauf einwirken. Auffallend rasch wird Diamant ferner von geschmolzenem Kaliumcyanat zerstört, und auch eine Schmelze von Natriumbisulfat ist im Gegensatze zu den bisherigen Literaturangaben durchaus nicht wirkungslos.

Von beigemischtem Siliciumkarbid läßt sich Diamant durch Schmelzen mit einem Gemisch von Natriumthiosulfat und Natriumfluorid reinigen; denn er ist dagegen vollständig passiv, während Karborundum davon glatt aufgeschlossen wird.

Dieses letztere zeigt außerdem eine geringere Widerstandskraft als Diamant gegen Kalilauge bei Anwesenheit von Bleiglätte und gegen ein Schmelzgemisch von Natriumwolframat und -molybdat.

Als Ergänzung zu den bis jetzt bekannten Eigenschaften von Siliciumkarbid konnte ferner festgestellt werden, daß dasselbe von einer Kaliumcyanatschmelze angegriffen wird, während Kaliumcyanid und Rhodanat sowie geschmolzenes wasserfreies Magnesiumchlorid, Kaliummetall bei 600° und Bariumsuperoxyd bei Rotglut darauf ohne jede Einwirkung sind.

B. Zur Charakteristik von Graphit und amorpher Kohle.

1. Die Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure. (Reine Schwefelsäure, Verwendung von Überträgern, Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure).

2. Einwirkung von Kalilauge auf Graphit und amorphe Kohle.

3. Einwirkung von Kohle auf Silber- und Kupfernitrat.

Kurz zusammengestellt ergibt sich aus dem vorstehenden Abschnitte das Folgende:

Durch die Einwirkung von konz. Schwefelsäure bei Gegenwart von Quecksilbersulfat ist es möglich, die aus hochorganischen Stoffen entstandenen amorphen Kohlen zu zerstören, während andere, reinere und sicher weniger hochmolekulare Kohlen sowie Graphit unangegriffen bleiben. Diese Methode kann in den Fällen zur Bestimmung des Graphitgehaltes eines Kohlengemisches dienen, wo nach ihrer Anwendung nur deutlich kristallisierter Graphit übrig bleibt.

Dessen Reinheit läßt sich dann wenigstens qualitativ bestätigen durch Kochen mit konz. Schwefelsäure und Salpetersäure, wenn

nach Verdünnen mit Wasser und Filtrieren beim Waschen mit Ammoniak kein schwarzes Filtrat entsteht.

Ein Beweis dafür, daß die Reaktionsfähigkeit mit Schwefelsäure von rein physikalischen Unterschieden oder solchen in der Struktur der verschiedenen Kohlenmoleküle abhängt, und nicht von Verunreinigungen bedingt wird, die einen mehr oder weniger basischen Charakter der betreffenden Kohle veranlassen könnten, liegt darin, daß sich auch mit Kalilauge genau dieselbe Reihenfolge für die Reaktionsfähigkeit der einzelnen Kohlenarten aufstellen läßt; nur sind die Unterschiede hier nicht so markant wie bei Schwefelsäure.

Für die feinere Differenzierung der amorphen Kohlen hat sich dagegen eine Reduktion von Silbernitrat in wässeriger Lösung als sehr bequem gezeigt. Sie ist viel leichter und rascher ausführbar als die Messung der mittels Hypochlorit gebildeten Kohlensäure oder als die Bestimmung der Ausbeute an Mellithsäure nach H. Meyer.

II. Orientierende Versuche über die Entstehungsbedingungen der Kohlenstoffmodifikationen.

A. Abscheidung von Kohle aus Karbiden und anderen einfachen Kohlenstoffverbindungen.

1. Zersetzung von Karbiden mit Schwefel.

2. Zersetzung von Karbiden mit Metallchloriden. Eisen als Lösungsmittel.

3. Einwirkung von Karbiden auf Cyan- und Rhodanverbindungen.

4. Kohle aus Rhodanat, Ferrocyankalium oder Kohlensäure.

Zusammenfassend läßt sich aus den beschriebenen Reaktionen feststellen, daß eine Graphitbildung aus Aluminium- oder Calciumkarbid bei Wärmegraden, die tiefer als die bekannten Bildungstemperaturen des Graphits liegen, im allgemeinen mit den verwendeten Zersetzungsmitteln nicht möglich war. Einzig Schwefel und Magnesiumchlorid machen davon eine Ausnahme. Eine Begründung dafür läßt sich noch nicht angeben; denn die einzige Möglichkeit, daß nämlich diese Stoffe in geschmolzenem Zustande Lösungsmittel für Kohlenstoff sind, ist nach den im ersten Teil über die Angreifbarkeit von Diamant gemachten Beobachtungen wenigstens für Magnesiumchlorid ausgeschlossen.

Trotzdem scheint dieses wie so viele andere Kristallisationsvorgänge auch die Graphitbildung zu begünstigen, denn aus Ferrocyankalium entsteht ebenso in Magnesiumchlorid eine stark graphithaltige Kohle.

Im übrigen ist der Schluß wohl erlaubt, daß ein Druck bis zu 400 Atm. die Graphitbildung nicht merklich fördert, denn es entstanden in der Bombe nur dann Graphite, wenn die Temperatur zum mindesten diejenige von schmelzendem Eisen erreicht hatte;

bei dieser ist aber auch jederzeit eine Graphitbildung ohne Druck möglich.

Daß Cyanat und Rhodanat mit den Karbiden keine oder nur sehr wenig, Cyanid aber eine acetylenrußartige Kohle abscheidet, war zu erwarten; viel auffallender ist, daß Calciumkarbid und Aluminiumkarbid mit rein anorganischen Reagenzien wie Kupferchlorid oder Eisenchlorür eine leicht zerstörbare, also hochmolekulare amorphe Kohle geben. Es erscheint infolgedessen wahrscheinlich, daß die Reaktion nicht direkt, sondern unter Bildung von organischen Zwischenprodukten verläuft. Leider führten die Bemühungen, bei der Reaktion Kupferchlorid-Calciumkarbid dieselben zu fassen, zu keinem Resultat; doch es dürfte ihre Isolierung eine der Hauptaufgaben weiterer Versuche zur Erforschung der Entstehungsbedingungen von Graphit sein.

B. Versuche zur Umwandlung von amorpher Kohle in eine kristallisierte Form.

1. Versuche in Salzschmelzen.

C. Versuche zur Darstellung von Diamanten.

1. Nachprüfung der Versuche von Moissan.

2. Untersuchung von Calcium- und Aluminiumkarbid.

3. Diamanten aus Karbiden.

Prüfung der unter A dargestellten Kohlen auf Diamant. Thermitschmelzen mit Zugabe von Pyrit.

Zum Schluß gibt Verf. noch die folgende kurze Zusammenfassung seiner ganzen Untersuchung:

Im ersten Teile der Arbeit wurde die Beständigkeit von Diamant und Siliciumkarbid gegen eine ganze Reihe von Schmelzen geprüft und dabei festgestellt, daß Siliciumkarbid gegen Kalilauge, besonders bei Zusatz von Bleioxyd, ein Gemisch von Natriumwolframat und -molybdat und vor allem gegen Natriumthiosulfat viel weniger beständig ist als Diamant.

Mit Hilfe dieser letzteren Schmelze ließ sich eine quantitative Trennung für Siliciumkarbid und Diamant ausarbeiten, die gestattet, aus einem Gemisch der beiden Körper das Siliciumkarbid sicher zu entfernen, und die bei der Aufarbeitung von Reaktionsprodukten zur Herstellung künstlicher Diamanten gute Dienste leistet.

Ferner zeigte sich, daß gewisse Sorten amorpher Kohle, und zwar die aus hochorganischen Stoffen entstandenen, also sicher hochmolekularen und noch etwas sauerstoff- oder wasserstoffhaltigen, von Schwefelsäure in Gegenwart von Merkurisulfat gelöst werden, während andere, wie Acetylenruß, sich völlig passiv verhalten, und auch Graphit nicht im geringsten angegriffen wird. — Mit einem Gemisch von Schwefelsäure und Salpetersäure ist es dagegen möglich, qualitativ alle amorphen Kohlen von Graphit zu unterscheiden,

während Kalilauge keine für die Analyse von Graphit und amorphen Kohlen brauchbaren Reaktionen gibt.

Ein weiteres Charakteristikum für amorphe Kohle ist schließlich ihre starke Reduktionswirkung. Sie ist sogar imstande, eine verdünnte wässerige Silber- oder Kupfernitratlösung unter Bildung von Kohlensäure bis zum Metall zu reduzieren und macht dabei äquivalente Mengen von Silber oder Kupfer frei. Diese scheiden sich meist als schöne glänzende Flitter in der Lösung aus. — Mittels dieser Reaktion wurden verschiedene amorphe Kohlen charakterisiert und dabei wieder eine größere Reaktionsfähigkeit der hochmolekularen, weniger reinen Arten festgestellt.

Im zweiten Teile werden Kohlenabscheidungen aus Karbiden, Cyan- und Rhodanverbindungen beschrieben. Die Wahl eines geeigneten Lösungsmittels ermöglicht dabei auch bei mittlerer Temperatur die Bildung von Graphit. Als besonders günstige Fälle wurden so z. B. aus Aluminiumkarbid bei der Zersetzung in geschmolzenem Schwefel bei 400—500° eine fast theoretische Kohlenausbeute mit 40% Graphitgehalt erzielt und bei Verwendung von wasserfreiem Magnesiumchlorid bei 750° sogar eine zu drei Vierteln aus Graphit bestehende Kohle.

Zum Schlusse wurden noch Versuche unternommen, die gleichfalls auf dem Weg über die Karbide zur Bildung von Diamant führen sollten. Eine solche wurde wahrscheinlich erreicht, als bei der Temperatur einer Thermitschmelze Calciumkarbid oder intermediär gebildetes Eisenkarbid auf Pyrit wirkten.

Es ist in dem vorliegenden Aufsatz nicht nur der gegenwärtige Stand der wichtigen in Rede stehenden Frage übersichtlich kritisch dargelegt, sondern es ist auch wohl mancher bisher dunkle Punkt aufgehellt oder doch der Aufklärung näher geführt. Besonders nützlich ist auch im 1. Teil die recht vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Literatur. Noch viel besser wäre es aber gewesen, wenn Verf. jedem Zitat die Jahreszahl des Erscheinens der betreffenden Arbeit beigefügt hätte, was er leider durchweg unterlassen hat. **Max Bauer.**

Personalia.

Gestorben: Am 6. März d. J. Prof. Dr. **Ernst Wilhelm Benecke** in Straßburg i. E., der während der Jahre 1879—1884 die Redaktion des Neuen Jahrbuchs f. Min. etc. geführt hat.

Geh. Bergrat Dr. **Wilh. Branca**, o. Professor für Geologie und Paläontologie an der Universität Berlin tritt von seinem Lehramte zurück.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Gesetzmäßige Kristallisation des Natriumchlorids auf Glimmer.

Von **Georg Kalb**, Greifswald.

Mit 1 Textfigur.

Jeder kennt den grundlegenden Versuch der Kristallisation des Kaliumjodids auf Glimmer, der zuerst von Frankenheim[1] ausgeführt wurde. Später haben sich Mügge[2] und Barker[3] mit dieser Erscheinung beschäftigt. Diese Forscher haben auch den



16 : 1. NaCl mit NaOH auf Glimmer.

naheliegenden Versuch der Kristallisation des Natriumchlorids auf Glimmer gemacht, doch ohne Erfolg.

Bei der Wiederholung dieser Versuche fiel es mir auf, daß die Kaliumjodidlösung den Glimmer sehr stark benetzt, während die Tropfen der Natriumchloridlösung sich nur wenig auf dem

[1] Ann. d. Phys. u. Chem. 1836. **37**. p. 520.
[2] Dies. Centralbl. 1902. p. 353.
[3] Zeitschr. f. Krist. **45**. p. 1. 1908.

Glimmer ausbreiten oder nach der Ausbreitung mit dem Glasstab sich wieder stark zusammenziehen. Durch Hinzufügung von Natronlauge zur Natriumchloridlösung gelang es mir, diesen Unterschied bei den Versuchen auszuschalten; jetzt zeigte sich das gleiche Ergebnis wie bei der Kristallisation von Kaliumjodid auf Glimmer.

Natriumchlorid kristallisiert also aus Natronlauge auf Glimmer so aus, daß eine dreizählige Achse des Würfels senkrecht zur Glimmerbasis steht und eine Zone (100):(111) des Natriumchlorids mit der Zone (001):(010) des Glimmers zusammenfällt.

Was ist eine Arbeitshypothese?

Von **Max Semper** in Aachen.

Mit 1 Textfigur.

Bei einer mehr durch Zufall als durch zielbewußte Absicht geleiteten Umschau in der jüngsten geologischen Literatur fiel mir die häufige Heranziehung des Begriffs „Arbeitshypothese" auf und zugleich schien nicht genügend bekannt zu sein, unter welchen Bedingungen und innerhalb welcher Grenzen dieser Begriff verwendbar ist. Die von Herrn Alfred Wegener aufgestellte Theorie der Kontinentalverschiebungen eignet sich, nicht ihrer selbst wegen, sondern wegen der Zustimmung, die sie gefunden hat, hervorragend gut dazu, das Wesen einer Arbeitshypothese am Gegenbeispiel auseinanderzusetzen und soll deshalb hier eingehend besprochen werden.

Herr Wegener ging von der Annahme aus, daß der Massenüberschuß der Meeresböden durch die Gesteinsbeschaffenheit dieser Teile der Erdkruste zu erklären sei. Das „Sal" sei nicht eine geschlossene Hülle, mächtiger unter den Kontinenten, dünner unter den Ozeanen, sondern es sei zerstückelt und durch die wiederholten Gebirgsfaltungen unter Verstärkung seiner Mächtigkeit zusammengeschoben; es bilde nur die Kontinentalblöcke und ließe unter den Ozeanen die zweite, tiefere Schale der Lithosphäre, die spezifisch schwereren Gesteine des Sima, frei hervortreten.

Den eigentlichen Ausgangspunkt der Theorie bildet der bekannte, seit langem zu Spekulationen anreizende Parallelismus der atlantischen Küsten, besonders Südamerikas und Afrikas. Herr Wegener erklärt diesen durch die Annahme, daß der Atlantische Ozean eine riesige Spalte sei; Amerika einerseits, Europa und Afrika andererseits hätten danach einstmals einen einzigen Kontinent gebildet und seien nach der Spaltung auseinandergerückt. Die atlantischen Küsten beider Schollen würden dann die ursprüngliche, durch den Verlauf des Trennungsrisses bestimmte Gestalt bewahrt haben, dagegen zeige das Faltengebirge an der pazifischen Küste Amerikas,

daß hier eine Stauchung stattfand. Amerika sei also nach Westen verschoben und durch den Widerstand des uralten pazifischen Ozeanbodens am vorwärts bewegten Rand zusammengedrückt worden. Faßt man verallgemeinernd alle Faltengebirge auf als Stauchungen am Vorderrand verschobener Kontinentaltafeln, so stellt sich der Himalaja dar als Zeuge für die Anpressung Vorderindiens an den asiatischen Block, und ähnliche Vorstellungen ergeben sich für die Alpen, sowie für die Gebirge und Meerestiefen des australisch-malayischen Gebiets. Die Einzeldurchführung des Gedankens macht noch zahlreiche Hilfshypothesen nötig, auf die nicht eingegangen zu werden braucht, weil sie doch mit der Anerkennung des Grundgedankens stehen und fallen. Als Ursachen der Kontinentalverschiebungen werden Strömungen im Sima genannt, und die Frage nach den Ursachen dieser Strömungen wird nach einigem Umschweif beantwortet durch den Hinweis auf einen „roten Fleck" im Jupiter, der Bewegungen, ähnlich denen der für irdische Kontinente angenommenen, zu erkennen gäbe[1].

Der Gedanke an Kontinentalverschiebungen ist keineswegs neu, wie denn überhaupt in paläogeographischen Dingen schwerlich noch irgendwelche Gedanken ausgesprochen werden können, denen die Geschichte der paläoklimatischen Spekulation nicht irgendwelche Vorgänger zuweist. Die Durchführung scheiterte stets am Widerspruch geologischer Erfahrungen, denn es stellte sich meistens heraus, daß man für alle vermiedenen Schwierigkeiten nur andere, noch unauflöslichere eingetauscht hatte, daß also die Verschiebungstheorie trotz aller Einzelheiten, die für sie sprachen, als Ganzes unförderlich und deshalb unhaltbar war. Dasselbe gilt für die von Herrn Wegener entworfene Gestaltung: wenn die Geologie nicht Beobachtungen anliefert, die nur durch Kontinentalverschiebung verständlich gemacht werden, sondern Erfahrungen enthält, die solcher Annahme grundsätzlich widersprechen, so erweist diese Theorie sich abermals als Irrtum, und für die sonstigen Zustände der heutigen Erdkruste, für den Parallelismus der atlantischen Küsten, sowie für anderes, das mit in diesen Zusammenhang einbezogen werden kann, muß eben anderweitige Erklärung beschafft werden.

Herr Wegener sieht den entscheidenden Beweis, das „experimentum crucis" seiner Theorie in Messungen, aus denen eine jährlich

---

[1] Alfred Wegener, a) Die Entstehung der Kontinente. Geol. Rundsch. 3. p. 276 ff. 1912; — b) Die Entstehung der Kontinente. Peterm. Mitt. 1912. p. 185, 253, 305; — c) Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. Samml. Vieweg, Heft 23. 1915. Im Vorwort seiner letztgenannten Schrift bemerkt Herr Wegener, er habe die Schrift während eines nach Verwundung im Kriege gewährten Erholungsurlaubes verfaßt, um sich früher übernommener Verpflichtungen zu entledigen. Man kann trotzdem nicht daran zweifeln, daß Herr Wegener seine Arbeit für durchaus zur Veröffentlichung geeignet hielt.

4 m betragende Vergrößerung des Abstands zwischen Europa und Grönland hervorgehen soll. Vom geologischen Standpunkt aus betrachtet, sind diese Beobachtungen aber für die Verschiebungstheorie gleichgültig, da niemand sagen kann, seit wie lange diese Veränderung statthat. Horizontalverschiebungen solcher Größenordnung sind außerdem an Spaltenrändern nichts Ungewöhnliches, und zwischen Europa und Grönland ist Platz und Gelegenheit genug, die zu fordernden Spalten anzusiedeln.

Wenn man nun die geologische Begründung betrachtet, die Herr Wegener seiner Theorie zuteil werden ließ, so begreift man nicht, wie solche Unzulänglichkeit verkannt werden konnte. Mit einer genauen Analyse des über die Geschichte des Indischen Ozeans, des Gondwanalandes und über die spätpaläozoische Eiszeit Gesagten kann man niemanden behelligen wollen. Eine abgekürzte Zusammenfassung genügt überreichlich:

Zwischen Australien und Neuseeland bestand noch im Tertiär landfester Zusammenhang, und zwar lag Australien weiter südöstlich, so daß Neuseeland sich ungefähr an seiner heutigen Stelle befand, aber an Neuguinea und die heutige Nordostküste Australiens anstieß. Tasmanien, das bei der späteren Nordwestwanderung des Komplexes etwas zurückblieb, bildete damals eine Brücke zwischen Australien und dem antarktischen Kontinent. Während der spätpaläozoischen Eiszeit lag Südamerika noch westlich an Südafrika angeschlossen, Madagascar, Vorderindien und Australien mit Neuseeland, landfest in dieser Reihenfolge verbunden, östlich daran herangerückt. Dieser Festlandsblock bildete ein Vereisungsgebiet nicht größer als das der nordpolaren Eiszeit im Diluvium nach Auffassung Herrn Wegener's. Madagascar trennte sich erst im Tertiär von Afrika; der triassische und jurassische Meeresarm, dessen Sedimente sich im westlichen Teil der Insel finden, war nur epikontinental und nicht durch eine das Sima bloßlegende Spalte verursacht. Wenn der Himalaja ein im Tertiär gefaltetes Gebirge ist, so kann die Nordwanderung Indiens erst zu dieser Zeit begonnen haben. Dafür zeugt auch die Jugend der bei dieser Abtrennung entstandenen Bruchlinien in Ostmadagascar. Außerdem muß Indien beim Abtrieb eine Drehung erfahren haben, denn ohne solche Annahme würden die Streichrichtungen der alten Falten in Indien und Madagascar nicht in Parallele zu bringen sein.

Die Schicksale Australiens läßt Herr Wegener etwas im dunklen. Er berichtet, in welchen Himmelsrichtungen jetzt die Gleitspuren des australischen, indischen und südafrikanischen Inlandeises verlaufen, erwähnt aber nicht, daß, wenn dieses radial von einem in Afrika gelegenen Mittelpunkt ausgegangen sein soll, Australien sich während seiner mesozoischen Ostwanderung um etwa 135° gedreht haben muß. Zu einer weiteren Ergänzung zwingt die außer acht gelassene Tatsache, daß einer der best

nachgewiesenen vorzeitlichen Kontinente im Jura und in der Kreide westlich vom heutigen Südamerika zwischen dem Wendekreis und 50⁰ Südbreite lag[1], also bei dem damaligen Anschluß von Südamerika und Afrika nach Herrn WEGENER noch ein gutes Stück weiter westlich. Mag dieser Kontinent, wie von mancher Seite behauptet wird, auch nur klein gewesen sein, so hatte er doch in meridionaler Richtung ungefähr die Größe Australiens. Da kein Kontinent versunken sein soll, so müßte entweder Australien oder der antarktische Kontinent mit dem verschwundenen südpazifischen „identisch sein", und da der antarktische seiner Größe und Gestalt nach kaum in Frage kommt, so ergibt sich, daß Australien in der Trias um etwa 240 Längengrade nach Osten, in der Kreide wieder etwa 180 Längengrade nach Westen und dann seit Beginn des Tertiärs etwa 20 Breitengrade nach Nordwesten gewandert sein muß.

Von dieser erweiterten Ost- und Westwanderung hat freilich Herr WEGENER kein Wörtchen mitgeteilt, ebensowenig davon, daß er in seinen Quellen, etwa in Herrn DACQUÉ's Grundlagen und Methoden der Paläogeographie oder in SUESS' Antlitz der Erde etwas von dem südpazifischen Kontinent gefunden habe. Mit der Erkenntnis, daß der Leser bereit sein muß, aus seinem Wissen das beigebrachte Tatsachenmaterial zu ergänzen, treten wir nun in eine etwas eingehendere Prüfung der Gründe für die Spaltennatur des Atlantischen Ozeans ein. Dafür gibt Herr WEGENER die Grundlage in Gestalt einer Rekonstruktion des voratlantischen Kontinentalblocks, die also für die Zeit zwischen hercynischer und alpiner Faltung gültig ist und die Zusammengehörigkeit der tektonischen Linien beiderseits des Atlantik erweisen soll. Dabei ist Amerika so an Europa und Afrika herangelegt, daß die Westsahara sich in den mittelamerikanischen Golf hineinschiebt und Brasilien in den Golf von Guinea.

Der Vergleich der tektonischen Linien zeigt dann das Folgende, wobei in jedem Fall Herr WEGENER's Äußerungen[2] vorangestellt sind und die Einwände sowie die Ergänzungen sich anschließen.

1. Die algonkischen Gneisgebirge der Lofoten, Hebriden und von Nordschottland entsprechen denen von Cumberland und Labrador. Die amerikanische Fortsetzung liegt heute nicht in der Verlängerung des europäischen Gebirgszugs; fügt

[1] Von den als Beleg in Frage kommenden Schriften K. BURCKHARDT's (Revista del Museo de la Plata. 10. 1900, und Palaeontographica. 50. 1903) ist mir nur die letztere zugänglich, in der nur von einem Südpazifischen Kontinent die Rede ist. Die im Text genannte Erstreckung findet sich bei SUESS (Antlitz der Erde. 3². p. 359) und UHLIG (Mitt. d. geol. Ges. Wien. 4. 1911. p. 418) und ist daraufhin hier übernommen.

[2] A. WEGENER, l. c. c) p. 63—69.

man aber die Stücke der vorzeitlichen Kontinentalscholle wieder aneinander, so schließt sich das algonkische Gebirge in Canada an das nordeuropäische als unmittelbare Verlängerung an.

(Über die algonkischen Gebirge weiß man im ganzen so wenig, daß Vermutungen über die Zusammengehörigkeit der Linien nicht allzuviel Beweiskraft haben. Die Äußerung Herrn Dacqué's, auf die Herr Wegener sich als Quelle beruft[1], ist ganz gelegentlich getan, und wenn tatsächlich ohne Kontinentalverschiebung die Bruchstücke algonkischer Ketten sich nicht aneinanderschließen lassen, so könnte man eben in diesen Strecken nur selbständige, parallel streichende Gebirge sehen, Zeugnisse für eine Erscheinung, die Suess gerade bei den ältesten Faltungen mehrfach hervorhob.)

2. Das „etwas jüngere" kaledonische Gebirge findet auf amerikanischer Seite seine Fortsetzung in der nördlichen Hälfte Neufundlands, welche sich bei der vorgenommenen Verschiebung Nordamerikas genau an das europäische Ende des Gebirges anschließt.

(Auch mit diesem Argument ist nichts anzufangen. Nach Suess tauchen die kaledonischen Falten in Irland und Wales unter die armorikanischen unter, und wenn man eine Fortsetzung sucht, denkt man eher an die kaledonischen Gebirge der Sahara als an Neufundland. Herr Wegener ist die geologische Begründung seiner These, für die er keine Quelle nennt, schuldig geblieben.)

3. Die Darstellung der armorikanischen Falten schließt sich an Suess an, doch wird an der Annahme, daß nach dieser Meinung ja ein größeres Gebirgsstück versunken sei, als in Europa und Nordamerika erhalten blieb, im Anschluß an Penck Anstoß genommen. Suess glaubte Spuren des versenkten Gebirges aus Tiefenmessungen ablesen zu können[2]. Er wird wie folgt abgefertigt: „Auf der Verbindungslinie liegen einige vereinzelte Erhöhungen des Meeresbodens, die man bisher als Gipfel der versunkenen Kette betrachtet hat; ein Argument gegen die Verschiebungstheorie läßt sich hieraus nicht ableiten, da es gerade bei Riasküsten sehr plausibel erscheint, daß sich während der Verschiebung von ihnen kleinere Brocken ablösen und steckenbleiben"[3].

(In derselben Reihenfolge beantwortet: Es gibt auch hercynische Gebirge in Spanien. Diese bleiben bis auf eine mehr als flüchtige Erwähnung von Herrn Wegener unbe-

[1] E. Dacqué, Grundlagen u. Methoden der Paläogeographie. Jena 1915.

[2] Suess, Antlitz der Erde. 3^2. p. 61.

[3] A. Wegener l. c. c) p. 64.

achtet, sind aber wichtig, weil die Fortsetzung, die sie nach Norden und Nordwesten gehabt haben müssen, bei der Zusammenschiebung von Irland und Neufundland nirgends unterzubringen ist. Bei einem vom Altai bis zur Grenze von Mexiko, also durch 200 Längengrade ausgedehnten Gebirgszug, bedeuten die 50 Längengrade des Atlantischen Ozeans, auf denen es versenkt ist, nicht gar so viel. Nach der Methode des letzten Arguments kann man die unmöglichsten Behauptungen vor Angriffen schützen wollen. Wir schließen aus vielfachen Beobachtungen, daß Senkungen, wie sie für das interkontinentale Stück des armorikanischen Gebirgs angenommen werden, tatsächlich vorgekommen sein müssen. Dagegen ist die sehr vielen Köpfen höchst unplausible Vorstellung der Kontinentalverschiebungen und des Steckenbleibens abgesprengter Brocken bisher nur eine Behauptung. Wo sind denn die Beobachtungen, aus denen man nur auf das Steckengebliebensein solcher Brocken schließen könnte? Bei der Autorität, die Herr Wegener sich durch seine bisherigen Äußerungen über geologische Fragen erworben hat, ist es ohne Einfluß auf die Überzeugungen anderer, ob ihm etwas plausibel erscheint oder nicht.)

4. Die Endmoränen der diluvialen Inlandeiskappen Nordamerikas und Europas fügen sich bei der Zusammenschiebung aneinander ohne Knick, „was sehr unwahrscheinlich wäre, wenn die Küsten nicht zur Zeit ihrer Ablagerung wirklich zusammengehangen hätten“.

   (Da Herr Wegener dieses Thema für eingehendere Behandlung in einem späteren Kapitel aufhebt, kann man sich hier mit der Feststellung begnügen, daß nach ihm die bisherige Geologie für das Diluvium eine den ganzen nördlichen Atlantik eindeckende Inlandeiskappe annahm[1].)

5. „Das Atlasgebirge in Afrika ist das einzige Gebirge, bei welchem eine solche Fortsetzung auf amerikanischer Seite nicht zu finden ist. Indessen gibt das Fehlen einer Verbindung hier nicht nur kein Argument gegen die Verschiebungstheorie, sondern eher eine Bestätigung; die Faltung des Atlas ist ebenso wie die der Antillen tertiären Ursprungs. Ein Hinüberreichen von der einen Seite zur andern können wir natürlich nur bei solchen Strukturen erwarten, deren Entstehung vor der Trennung der Schollen lag.“

   (Inwiefern wird eine Ansicht dadurch bestätigt, daß eine gar nicht in den Zusammenhang gehörige Erscheinung nichts gegen sie beweist? Solcher „Bestätigungen“ gibt es noch zahllose.)

---

[1] A. Wegener, l. c. c) p. 6.

6. Es werden verglichen die Streichrichtungen der Gebirge in der westlichen Sahara nach der Karte LEMOINE's von 1913[1] und in Südamerika nach 12 Zeilen aus dem Antlitz der Erde von 1888[2]. Um Südamerika an Afrika heranzubringen, mußte es etwas gedreht werden. Die Streichrichtungen sind nicht in die Rekonstruktion eingetragen, sondern Herr WEGENER versichert nur, daß das jetzt ost–westliche Streichen in Südamerika durch die Drehung zu einer natürlichen Fortsetzung des sudanischen werde, sowie daß diese Übereinstimmung unverständlich sei, wenn keine Drehung stattgefunden habe und die Lücke zwischen Afrika und Südamerika durch Versinken eines dazwischen gelegenen Landes entstanden sei.

   (Man kann in diesem Fall nicht beliebig drehen, bis sich die geforderte Übereinstimmung der Streichrichtungen herstellt, sondern das Maß der Drehung ist durch die Form der Kontinente vorgeschrieben. Die Wichtigkeit dieses Arguments beruht darauf, daß mehr als sonst alle Willkür ausgeschlossen ist. Wie gering die hergestellte Übereinstimmung ist, zeigt die hier beigegebene Figur, hergestellt nach einer Photographie der WEGENER'schen Rekonstruktion, in die neben anderem, das später zu besprechen, die nötigen tektonischen Ergänzungen eingetragen sind.)

7. Das ostwestlich streichende südliche Grenzgebirge des Kaplandes findet eine unmittelbare Fortsetzung in den auch sonst übereinstimmenden Sierren südlich von Buenos Aires.

   (Herr WEGENER hat das NNW streichende Gebirge der kapländischen Westküste fortgelassen, das sich wie ein Grenzwall zwischen die beiden ost—westlich streichenden legt und jede Verbindungsmöglichkeit abschneidet.)

So bleibt von der ganzen Argumentenreihe, die Herr WEGENER aufmarschieren läßt, nur eines bestehen, die zwischen Grönland und Grinnelland beobachtete Horizontalverschiebung[3], und diese ist nach seiner eigenen Äußerung für das Thema unerheblich, wie denn auch niemand bestreitet, daß im Zusammenhang mit Gebirgsfaltungen Horizontalverschiebungen von vorläufig unbestimmbarer, aber jedenfalls geringerer Größenordnung vorgekommen sind.

Weitere Analysen glaube ich mir ersparen zu dürfen, denn wenn sich an so wichtiger Stelle ein so geringes Verständnis für die Bedingungen geologischer Beweisführung zeigt, dann ist es wohl erlaubt, auf die Beschaffenheit des übrigen zu schließen und

[1] PAUL LEMOINE, Afrique occidentale. Handb. d. regionalen Geologie. 7. Abt. 6a. 1913.

[2] SUESS, Antlitz der Erde. 2. p. 161.

[3] A. WEGENER, l. c. c) p. 62.

zu urteilen, daß der Versuch, die Tatsächlichkeit der Kontinentalverschiebungen und aller weiter damit in Zusammenhang gesetzten angeblichen Vorgänge durch Beobachtungen zu belegen, mit unzulänglichen Mitteln unternommen und völlig mißglückt ist. Ich wende mich also zur Analyse der Beweisführung, die Herr Wegener



Der vortertiäre Block der atlantischen Kontinente. Nach A. Wegener.
Mit Nachträgen:
—•— Ungefähre Streichrichtung der Gebirge.
----- } Grenzen der jurassischen Kontinente nach V. Uhlig.
ᴨᴛᴨᴛᴛ }

dem ersten Teil seiner Theorie hat angedeihen lassen, der Lehre, daß die Ozeanböden aus freiliegendem „Sima", die Kontinente aus zusammengezogenem „Sal" beständen. Er meint:

„Die im nächsten Kapitel zu besprechenden Schweremessungen haben den zahlenmäßig strengen Nachweis erbracht, daß unter den Ozeanen schwereres Gestein liegt als unter den Festländern, und

zwar gerade um so viel schwereres, daß das räumliche Defizit kompensiert wird; wie eine Eistafel im Wasser schwimmt, so sind die Kontinentaltafeln in die schwerere Materie eingebettet, die sich unter den Ozeanen ausbreitet. Daraus folgt aber, daß die Tiefseeböden nicht abgesunkene Kontinente sein können[1]."

Und weiter:

„Im dritten Bande seines großen Werks: Das Antlitz der Erde (p. 226) zeigt Suess, daß die nicht sedimentären Gesteine in zwei Gruppen zerfallen, nämlich in gneisartige Urgesteine und vulkanische Eruptivgesteine. Erstere nennt er „Sal" nach den Anfangsbuchstaben der Hauptkomponenten Silicium und Aluminium, letztere „Sima" nach Silicium und Magnesium. Da die Kontinentalschollen aus salischen Gesteinen bestehen, liegt es nahe, das Material der Ozeanböden mit dem Sima zu identifizieren, welches ja als Tiefengestein gleichfalls den Schichten unter den Kontinentalschollen entstammt. Natürlich soll damit nicht gesagt sein, daß nicht möglicherweise auch noch mineralogische Unterschiede zwischen ozeanischem Bodenmaterial und den Eruptivgesteinen bestehen können: dies ist sogar recht wahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß sich derartige Unterschiede ja auch schon zwischen den atlantischen und pazifischen Laven gezeigt haben[2]."

Es ist sehr viel Schiefes in diesen wenigen Sätzen enthalten, doch hat es keinen Zweck, bei unwesentlichen Mißverständnissen zu verweilen. Bedenklich ist dagegen, daß die Geophysik sich über die Ergebnisse der Schweremessungen ganz anders als Herr Wegener ausdrückt: „Für die Untersuchung der geographischen Verteilung der Schwerkraft geben — die Differenzen zwischen der beobachteten und der aus vielen Beobachtungen abgeleiteten mittleren Schwerkraft — am besten Auskunft über die auftretenden Anomalien. — Wird die Schwere größer als normal gefunden, so spricht man von einem Massenüberschuß, wird sie kleiner gefunden, von einem Massendefekt, ohne aber damit ein Urteil über die wirkliche Verteilung der Massen im Erdinnern angeben zu wollen[3]."

Was also nach Herrn Wegener die Geophysik „zahlenmäßig streng" nachgewiesen haben soll, das will diese selbst nicht einmal behauptet haben. Es kann auch offenbar gar nicht errechnet, sondern nur beobachtet werden, was für ein Gestein sich an irgend einer Stelle der Erde befindet. Die Schwerkraftbeobachtungen würden sich, für sich allein genommen, auch mit der Annahme vertragen, daß auf den Meeresböden Eisenplatten versenkt lägen, und man würde auf Grund dieser Hypothese dann die Dicke dieser

[1] A. Wegener, l. c. c) p. 3.

[2] A. Wegener, l. c. c) p. 23.

[3] J. B. Messerschmitt, Die Schwerebestimmungen an der Erdoberfläche. Die Wissenschaft. Heft 27. Braunschweig 1908.

Platten berechnen können. Herr Wegener aber hätte in diesen Berechnungen den Beweis für das Vorhandensein von Eisenplatten zu erblicken. Wenn er annimmt, daß dort schwerere Gesteine liegen, so bedarf diese Hypothese, ehe sie zu geologischen Zwecken verwendbar wird, einer Bestätigung durch geologische Beobachtungen. Aber — man möchte beinahe sagen: selbstverständlich — hat Herr Wegener diesen Weg nicht beschritten, obwohl er sich vor ihm auftat bei der Erwähnung der beiden Sippen von Eruptivgesteinen. Freilich wäre es ein mühevoller Weg gewesen, denn zuerst mußten die verschiedenen Gruppierungsarten nach Sal und Fem, Sal und Sima, Alkalireihe und Alkalikalkreihe, atlantische und pazifische Sippe miteinander in Einklang gebracht werden, und dann konnte man untersuchen, ob simatische Eruptivgesteine überall da aufträten, wo Sima in den Ozeanböden oder innerhalb der Spalten des Salblocks vermutet wurde. Ich habe diese Aufgabe nicht zu lösen, glaube auch nicht, daß sie zurzeit gelöst werden kann, sondern ich habe nur zu prüfen, wieweit Herr Wegener seine Theorie durch Beobachtungen gestützt und an „Beobachtungen zweiter Reihe" konsistent gefunden hat[1]. Nur zur Kennzeichnung der Arbeitsweise Herrn Wegener's sei erwähnt, daß die überall zitierte und leicht auffindbare Arbeit Becke's, in der zuerst eine atlantische und eine pazifische Sippe von Eruptivgesteinen unterschieden wird, erklärt, die atlantische, vorwiegend innerhalb der Kontinente verbreitete Sippe entstamme den tieferen, die pazifische, vorwiegend am Rand des Stillen Ozeans verbreitete, aber den höheren Schichten der Erdkruste[2]. Zweifellos lassen sich diese Tatsachen durch Hilfshypothesen mit der Theorie vom simatischen Meeresboden zusammenreimen, aber was läßt sich denn mittels einiger Phantasie nicht in Reime zwingen! Welcher Gruppe gehören denn die Eruptivgesteine von Hawai an? Sie liegen inmitten des Stillen Ozeans und können noch am ehesten davon zeugen, ob dessen Boden aus Sima oder Sal besteht.

Statt dessen schlägt Herr Wegener den Weg geomorphologischer Betrachtungen ein, jedoch in der absonderlichen Weise, daß er dem Leser überläßt, den Gedankengang zielstrebig zu

---

[1] Die hier und später angewandten Benennungen der in der Geologie vorkommenden logischen Operationen, sowie deren Anwendbarkeit und Erkenntniswert sind in meiner Arbeit über „die geologischen Studien Goethe's" (Leipzig 1914. p. 264 u. ff.) besprochen. Ob die geplante Erweiterung und Vertiefung des dort nur Skizzierten zur Ausführung und zum Abschluß kommt, läßt sich nicht absehen.

[2] F. Becke, Die Eruptivgebiete des böhmischen Mittelgebirgs und der amerikanischen Andes. Tschermak's Miner. u. petr. Mitt. **22**. 1903. p. 247, 248 u. ff. Verwiesen sei auch auf die abweichende Definition bei Osann, Petrochemie der Eruptivgesteine. Handwörterbuch der Naturwissenschaften. **9**. p. 600 f.

machen[1]. Jedenfalls vermute ich, daß er mit den Berechnungen, die er anstellt, und mit den begleitenden Diagrammen beweisen wollte, die Kontinentaltafeln hätten genau die Höhe, die sie nach dem Verhältnis der spezifischen Gewichte haben müßten, wenn sie im Sima schwimmende Sal-Blöcke wären. Deshalb werden zunächst die Umrisse der Kontinentalsockel in eine Karte eingetragen, und zwar im allgemeinen nach der Tiefenstufe von 200 m, von der auch die Berechnungen ausgehen. In einigen Fällen, z. B. um eine Verbindung zwischen Schottland, Irland und Grönland herzustellen, wurde auf die Tiefenstufe von 1000 m hinabgegriffen in stillschweigender Befolgung eines Grundsatzes, die Tiefenstufe von 200 m nicht überall als maßgebend zu betrachten[2], der in einer der früheren Arbeiten ausgesprochen, dort aber erst zaghaft befolgt war. Außerdem sind auch einige wichtige Risse in den Kontinentalsockeln eingetragen; unter ihnen steht als auffallender Geselle auch die Senke im Skagerrag.

Zur Berechnung, wie hoch ein schwimmender Block hervorragt, braucht man aber nicht nur Angaben über die Lage der oberen Kante, sondern muß auch wissen, wo sich die untere Grenzlinie zwischen schwimmender und tragender Materie befindet. Hier hat nun die geistige Mitarbeit des Lesers einzusetzen und man hat zunächst auf irgend einer Weltkarte abzulesen, daß die Böschungen der Kontinentalsockel in etwa 3000—4000 m Tiefe sich abzuheben beginnen. Dann muß man sich auf den Boden der Theorie Herrn Wegener's stellen und annehmen, daß die Oberfläche der simatischen Meeresböden etwa bei 3000 m Tiefe liegt und daß ein etwas höher oder tiefer beginnendes Herausheben der Kontinentalböschungen auf Terrainwellen der Simaoberfläche beruht. Schließlich braucht man nur noch Herrn Wegener's Berechnungen, die von der 200 m-Tiefenstufe, der hier völlig gleichgültigen Oberkante der Kontinentalblöcke, ausgehen, an Hand seiner Angaben umzurechnen auf die untere Grenzlinie und findet dann heraus, was es mit den Beziehungen zwischen Durchschnittshöhe und häufigster Höhe der Festländer und zwischen Durchschnittstiefe und häufigster Tiefe der Weltmeere auf sich hat. Geht man nämlich vom Meeresspiegel oder der 200 m-Tiefe als Nullpunkt aus, so liegt die mittlere Höhe der Festlandsoberfläche bei 700 m, die häufigste Höhe bei 100 m über dem Meeresspiegel, die mittlere Tiefe des Weltmeers bei — 3600 m, die häufigste bei — 4700 m. Zieht man alle Erhebungen über — 3000 m zum Festland, zum Sal-Block, so ergibt sich als mittlere Höhe seiner Oberfläche ungefähr 100 m über den Meeresspiegel und als mittlere Tiefe des Weltmeers etwa — 4500 m. Also verschwindet dann die Differenz der zusammen-

[1] A. Wegener, l. c. c) p. 18.
[2] A. Wegener, l. c. b) p. 186 u. Taf. 36.

gehörigen Werte. Die Methode, dem Leser die Ausarbeitung wesentlicher Teile des Gedankengangs frei zu überlassen, ist kaum nachahmenswert, denn die meisten werden den Zusammenhang nicht verstehen, und wenn sie am Ende der nach einem unzulässigen Nullpunkt orientierten Rechnung gesagt finden, die einzige zulässige Erklärung sei, daß die Lithosphäre nicht mehr die ganze Erde in geschlossener Schicht umhülle, sondern daß die Kontinentaltafeln nur noch die zerstückelten und durch Zusammenschub stark verkleinerten Reste einer solchen seien, so werden sie das eine vollständig unbegründete und im übrigen auch unverständliche Behauptung nennen. Aber auch wenn man die Rechnung auf den richtigen Nullpunkt bei etwa — 3000 m einstellt, beweist sie nichts für Herrn WEGENER's These. Geht denn etwa aus der Beobachtung, daß eine Eisscholle 10 cm aus dem Wasser ragt, hervor, daß auf dem Wasser nebenan keine Eiskruste sei?

Sollten die beigebrachten Proben noch nicht genügend belegen, daß die unzulängliche Begründung, die Herr WEGENER seiner Theorie beigegeben hat, bei irgendwie näherer Betrachtung in die Augen springt, und daß die ganze Theorie nur aufgestellt werden konnte infolge von leichtfertiger Handhabung der wissenschaftlichen Methoden und Unkenntnis des geologischen Fachgebiets, so bin ich in der Lage — zwar keineswegs „gern bereit“ —, seine Argumente Schritt für Schritt durchzugehen und nachzuweisen, daß die Gelegenheiten, einen hochtrabenden Gallimathias anzubringen, ausgiebig und mit Erfolg benutzt sind, daß die vorgebrachten Argumente teils auf Mißverstand beruhen, teils nicht das beweisen, was bewiesen werden soll, und daß drittens das, was eigentlich in Betracht zu ziehen war, fast regelmäßig unbeachtet geblieben ist. Wenn man dann weiter findet, daß auf Grund solcher eigenen Leistungen der Verfasser bemerkt, die „ältere Theorie“ habe in ihrer Darstellung bei SUESS zu „ungereimten“ Konsequenzen geführt[1] und KOKEN habe bei der Betrachtung der permischen Eiszeit „etwas verzweifelte“ Auswege eingeschlagen[2], so kann man nur um Innehaltung der nötigen Distanz ersuchen und die Bitte daran schließen, doch künftig die Geologie nicht weiter zu beehren, sondern Fachgebiete aufzusuchen, die bisher noch vergaßen, über ihr Tor zu schreiben:

O heiliger Sankt Florian,
Verschon' dies Haus, zünd' andre an!

Wegen der stets wiederholten Entschuldigungen aber, daß die Theorie noch abänderungsbedürftig und noch nicht fertig sei, vergleiche man einen Ausspruch Goethe's, der von Dilettanten

[1] A. WEGENER, l. c. c) p. 81.
[2] Ebenda c) p. 83.

handelt, die niemals fertig werden können, weil sie nicht richtig anzufangen verstehen.

Es wäre auch nicht nötig gewesen, auf diesen mißglückten Versuch, „der Erde das Fell über die Ohren zu ziehen“ [1], so breit einzugehen, wenn die Theorie nicht inzwischen Anhänger gefunden hätte, die entweder nicht bemerkten, wie schlecht sie begründet ist, oder sie trotzdem für erwägenswert hielten. Ich vermute zwar, daß diese Herren sämtlich nach Kenntnisnahme von Herrn WEGENER's jüngster Veröffentlichung von ihm abrücken werden, denn diese zeigt in unverhüllter Nacktheit die Schwächen, die bei den ersten Aufsätzen nicht so erkennbar waren oder durch Rücksichten auf die beschränkte Dauer eines Vortrags oder auf den knappen Raum einer überlasteten Zeitschrift entschuldigt werden konnten. Trotzdem ist die Tatsache bemerkenswert, daß ganz in den luftigen Höhen der Phantasie schwebende Gedanken Zustimmung fanden. So nahm Herr DACQUÉ die Theorie ganz und gar und mit offenen Armen auf, stellte sie sogar auf einen Ehrenplatz unter den paläogeographischen Lehren [2]. Herr K. ANDRÉE erblickte in der Vorstellung, daß die Ozeanböden aus Sima beständen, eine brauchbare Arbeitshypothese, verhielt sich gegen den Gedanken an Kontinentalverschiebungen aber „skeptisch“ [3], während Herr FRANZ X. SCHAFFER den letzteren Gedanken ganz und gar ablehnte und jenen ersteren nur als möglich unter großer Zurückhaltung erwähnte [4].

Die Frage ist nun zunächst, ob von diesen Herren etwa Beobachtungen zur Stütze der Theorien angeführt sind. In dem Lehrbuch Herrn SCHAFFER's war dafür kein Raum, und die Aufmerksamkeit richtet sich zunächst auf Herrn DACQUÉ, der diesem Thema beträchtlichen Raum widmet. Die Frage der Kontinentalverschiebungen wird da besprochen im Zusammenhang mit

[1] Mit diesem Ausspruch und einem freundlichen Lächeln fertigte ZITTEL meine, gegen die Herrn WEGENER's gehalten, sehr bescheidenen Ideen über Kontinentalverschiebungen ab, die in der ersten, 1893 verfaßten Entwurfskizze zu meiner Inauguraldissertation über die klimatischen Verhältnisse des Eocän enthalten waren. Die Einzelheiten der Theorie, die so begraben wurde, haben kein Interesse, aber ich darf wohl bemerken, daß die Entstehung der tertiären Faltungen in ein System gebracht und immerhin um einiges genauer durchgearbeitet war als die einschlägigen Theorien Herrn WEGENER's. Schade, daß seinen Theorien nicht ein ebenso glückliches Ende zuteil wurde. Er hätte dann, ebenso wie ich, eine vergnügte Erinnerung an die fröhliche Feier des Leichenbegängnisses.

[2] E. DACQUÉ, Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Jena 1915. Besonders p. 93 und 182.

[3] K. ANDRÉE, Über die Bedingungen der Gebirgsbildung. Berlin 1914. Besonders p. 55—58.

[4] FRANZ X. SCHAFFER, Grundzüge der allgemeinen Geologie. Leipzig und Wien 1915. p. 10—12.

dem Problem der Permanenz der Ozeane, also des vorläufig unlösbaren Widerspruchs zwischen den geologischen Erfahrungen, die zur Annahme von Landverbindungen hinweg über heutige Tiefseeregionen zwingen, ohne genügend ausgedehnte vorzeitliche Tiefseeregionen sicher aufzeigen zu können, und andern mehr geographisch-geophysikalischen Erwägungen, die u. a. von der Notwendigkeit ausgehen, die durch jene Landbrücken gewissermaßen obdachlos gewordenen Tiefseegewässer irgendwo unterzubringen. Herr Dacqué fand, daß die Wegener'schen Theorien dem Permanenzproblem seine Widersprüche nähmen, war sich aber bewußt, zunächst die Konsistenz der Theorie mit beobachtungsmäßig gewonnenen andern Lehren der Paläogeographie prüfen zu müssen. Seine Worte lauten:

„Konstruieren wir uns nun auf Grund der Wegener'schen Anschauungen eine Erdkarte, auf der Amerika dem europäisch-afrikanischen Kontinent genähert erscheint und auch Australien samt Neuguinea in seine vermutliche frühere Lage zurückgebracht ist; sehen wir ferner ab von den ganz untergeordneten Elementen und nehmen wir zudem an, daß bei diesem Auseinanderrücken der Kontinente immerhin Teile in die Tiefe sanken; zeichnen wir uns auf dieser Unterlage etwa die nach althergebrachter Weise nachgewiesenen jurassischen Kontinentalmassen — nordatlantischen und südatlantischen Kontinent, Lemuria und die notwendigerweise aus den stratigraphischen Verhältnissen der südamerikanischen Anden zu fordernden kleineren pazifischen Landmassen — ein, dann bekommen wir in ostwestlicher Richtung wesentlich verkürzte Nord- und Südkontinente in früherer Zeit; die Landmassen der Nord- und Südatlantis und des Gondwanakontinents rücken eng zusammen. Als Gegenstück zu dieser Landhalbkugel erhalten wir eine pazifische Wasserkugel, groß genug, um alle Wassermassen aufzunehmen, und geeignet, den wahren Ort der Tiefsee seit paläozoischer Zeit zu bilden" [1].

Indessen wird Herr Dacqué zugeben, daß damit noch keineswegs alle Möglichkeiten der Prüfung erschöpft sind, sondern daß man außer den Streichrichtungen der Gebirge, die oben bereits besprochen wurden, noch die maringeographischen Verhältnisse in den verschiedenen Perioden in Betracht ziehen kann. Es liegen ja zwei darauf bezügliche Darstellungen bequem zur Hand, nämlich Koken's Studie über das indische Perm und die permische Eiszeit [2] und Uhlig's umfangreicher Aufsatz über die marinen

[1] E. Dacqué, l. c. p. 182.

[2] E. Koken, Indisches Perm und die permische Eiszeit. N. Jahrb. f. Min. etc. Festband 1907. Besonders p. 526 und Taf. XIX.

Reiche des Jura und der Kreide[1], und da sich aus ihrer Heranziehung allerlei Erwägenswertes ergibt, so wäre ein kurzer Hinweis darauf nicht unangebracht gewesen, selbst in einem Werke, das sich nicht auf paläogeographische Einzelheiten, sondern auf Methoden und Grundlagen bezieht. Leider hat Herr Dacqué seinen Kartenentwurf nicht mitgeteilt, und so muß man auf dem Entwurf Herrn Wegener's fußen, der die Kontinente beiderseits des Atlantik nicht bloß nähert, sondern sie aneinanderpreßt, und hat dann nachträglich zu bedenken, daß manches wohl abgeschwächter zu denken ist, als es nach der extrem durchgeführten Karte erscheint. Trägt man nun, wie auf der obigen Figur geschehen, nach Uhlig die Jurakontinente ein, so ergibt sich eine starke Einengung des Verbindungsmeers zwischen der Tethys und dem südandinen Gebiet. Der schmale und lange Kanal, der vom mittleren Atlantischen Ozean übrigbleibt, mag auch etwas breiter angenommen werden können, auf keinen Fall darf man ihn aber auf die Kontinentalkörper ausdehnen, da sowohl in der westlichen Sahara wie an der atlantischen Küste der Vereinigten Staaten erst die Kreidezeit eine marine Invasion brachte. Diese geographische Gestaltung der Meere macht nun keineswegs die enge faunistische Verwandtschaft zwischen Lias, Dogger und unterer Kreide der Tethys und der südandinen Provinz begreiflicher, und es ist auch nicht ersichtlich, daß irgend ein Umstand tiergeographischer oder sonst paläontologischer Art bei Annahme dieser Zusammenschiebung klarer zu durchschauen wäre als bei der heutigen Lage der Kontinente.

Günstiger für die Verschiebungstheorie sieht die Eintragung der permischen Festländer aus. Das isolierte Zechsteinmeer in Neuschottland rückt ganz in die Nähe des europäischen, würde also, wenn die Fauna oder etwas anderes nicht widerspricht, mit diesem in Anschluß gebracht werden können. Zwischen Tethys und südamerikanischem Perm besteht kein engerer Zusammenhang, sondern die südamerikanischen Beziehungen weisen zum Stillen Ozean und nach Indien, so daß also kaum Anlaß besteht, eine Meeresverbindung nach Nordosten, nicht einmal durch einen engen Kanal, anzunehmen. Aber dafür taucht die Schwierigkeit auf, daß Koken sich veranlaßt sah, die Existenz einer permischen Landverbindung zwischen Südamerika und Afrika zu bezweifeln.

Ich habe hier nicht diese Schwierigkeiten zu besprechen, sondern nur darauf hinzuweisen, daß sie bestehen und daß noch viel zu untersuchen und zu ordnen ist, ehe man in der Paläogeographie mit der Kontinentalverschiebung als einer gültigen Hypothese rechnen kann. Aber — so wird Herr Dacqué viel-

[1] V. Uhlig, Die marinen Reiche des Jura und der Unterkreide. Mitteil. d. Geol. Ges. Wien. 4. 1911. Besonders p. 247 ff. und Taf. XIII.

leicht entgegnen — sie soll ja auch nur eine Arbeitshypothese sein und hat sich als solche bewährt, da man sich mit ihr vieler und großer Schwierigkeiten wenigstens vorläufig entledigen kann. Für eine Arbeitshypothese wird ja der Nachweis völliger Konsistenz nicht gefordert und er ist auch nicht anzuliefern.

„Arbeitshypothese“ ist eine nicht besonders glückliche Übersetzung von „working hypothesis“, eine zuerst im Bereich der englischen Forschungs- und Denkungsweise nach ihrem logischen Wesen erkannte Art von wissenschaftlicher Annahme. Die englische Denkweise ist, was hier nicht näher besprochen werden kann, aber auch kaum viel bezweifelt werden wird, vorzugsweise auf das Beobachten gerichtet, weniger auf das theoretische Verarbeiten der Beobachtungsergebnisse. Der Hauptzweck der working hypothesis besteht darin, daß sie alle Erwägungen theoretischer Art aus dem Gesichtskreis des Beobachters verbannt, damit er sich ungestört dem Beobachten hingeben kann. Eine weitere Eigentümlichkeit des englischen Geistes ist die Neigung, die Beobachtungsgebiete zu isolieren und auf die Herstellung von Konsistenz zwischen verschiedenen Beobachtungsgebieten so wenig wie möglich Aufmerksamkeit zu verwenden. Keine dieser Voraussetzungen, die das eigentliche Wesen des für Arbeitshypothesen geeigneten Bodens ausmachen und die auch allein die Anwendung von Arbeitshypothesen rechtfertigen, trifft zu für Fragen, die seitens der Herren ANDRÉE und DACQUÉ mit der Theorie der simatischen Meeresböden und der Kontinentalverschiebungen behandelt werden sollen.

Die Lehre vom Massenüberschuß und Massendefekt ist in der Geophysik eine unverkennbare und vollberechtigte Arbeitshypothese: sie liefert eine handliche Ausdrucksweise für die Erfahrungen über die geographische Verteilung der Schwerkraft. Es wird ja auch bei der Arbeit, bei der Messung der Schwere, gar nicht nach den Ursachen, der verschiedenen Schwere, sondern nur nach der Größe und dem Ort der Abweichung gefragt, und deshalb wird auch nur Handlichkeit und eine gewisse Anschaulichkeit, Einfachheit und allgemeine Verständlichkeit von der Hypothese verlangt. Übernimmt man nun diese Arbeitshypothese in ein benachbartes Arbeitsgebiet, zieht aus ihr theoretische Schlüsse, obwohl sie gerade gewählt wurde, um theoretische Schlüsse dem Beobachter zu ersparen, und verwendet man ein nur zu analytischen Zwecken geeignetes Werkzeug nun gerade bei synthetischer Arbeit, so hat man wahrlich einen „guten Zwirn in die bösen Säcke vernäht“. Die Hypothese hört dann sofort auf, eine Arbeitshypothese zu sein, wird als allgemeingültige Hypothese aufgestellt und bedarf nun auch der Konsistenzprüfung, die früher, als auf ihren Inhalt nichts, sondern alles auf ihre Handlichkeit ankam, ruhig unterbleiben konnte. Deshalb ist die Hypothese vom Massenüberschuß und

Massendefekt, wenn sie auf geologische Fragen angewendet wird, keineswegs von einer auf geophysikalischem Gebiet erworbenen Autorität umstrahlt, denn es hat ihr dort ja niemand für theoretische Zwecke Autorität zugeschrieben. Deshalb hat auch der Begriff „Arbeitshypothese" in synthetischen Untersuchungen, wie die Schriften der Herren Andrée und Dacqué solche darstellen, durchaus keine Existenzberechtigung. Bei Synthesen gibt es nur konsistente oder inkonsistente Hypothesen; Synthesen sind überhaupt nur möglich insoweit, als die verarbeiteten Hypothesen für das ganze in Betracht kommende Gebiet nachweislich konsistent sind oder als konsistent vermutet werden können. Ein Mittelding, das etwa „vorläufige und nicht einwandfreie, aber wegen teilweiser Brauchbarkeit allgemeine Bedeutung erstrebende Hypothese" bedeutete, also das, was sehr oft, aber mißverständlich als Arbeitshypothese bezeichnet wird, ist für synthetische Arbeit einfach eine inkonsistente, demnach untaugliche Hypothese, und wenn im Rahmen der bisherigen Kenntnisse für sie kein besserer Ersatz zu schaffen ist, so müssen die Probleme eben als unlösbar stehenbleiben, und die wissenschaftliche Synthese ist am Ende ihrer Arbeit angelangt, wenn sie die vorhandenen Widersprüche allseitig klargestellt hat.

Psychologisch begreiflich ist es ja, daß der einzelne, bedrängt von solchen Problemen, seine Anforderungen an die Konsistenz der Hypothesen unwillkürlich und unbewußt etwas herabschraubt, wenn sich so eine Möglichkeit zeigt, der Schwierigkeiten dennoch Herr zu werden. Aber auch hier ist es empfehlenswert, dann das Kind beim rechten Namen zu nennen und nicht der Duldsamkeit ein Mäntelchen umzuhängen durch Umdeutung des Begriffs „Arbeitshypothese". Sonst besteht unweigerlich die Gefahr, daß eine nirgends auf ihre Konsistenz geprüfte Hypothese Autorität gewinnt, nur weil jeder glaubt, der Nachbar wisse sie zu stützen, eine Gefahr, die im Falle der Kontinentalverschiebungstheorie bereits akut zu werden drohte.

Es gibt Denkoperationen, die wie „absteigende Umformung des Gedankengangs" nur in der Synthese, andere, wie die Verwendung von Arbeitshypothesen, die nur in der Analyse statthaft und erfolgreich sind. Der „gesunde Menschenverstand" hat keinen Anlaß, sich um solche Unterscheidungen zu kümmern, aber er reicht für sich allein auch nicht immer aus zur richtigen Handhabung der wissenschaftlichen Methoden. Es ist unvermeidlich, daß eine Forschung, die in jahrzehntelanger rein analytischer Arbeit ohne besondere Schulung mit dem „gesunden Menschenverstand" auskam, nun bei Hinwendung zu Synthesen sich zuweilen im Handwerkszeug vergreift. Ein Tischler, der einen groben Hobel nimmt, wo er eine feine Feile nötig hätte, versieht sich nicht ärger, als ein Synthetiker, der glaubt, seine Aufgabe mit Arbeitshypothesen lösen zu können.

Nachschrift.

Vorstehendes war bereits zum Druck eingesandt, als Herrn SOERGEL's ausführliche Arbeit über dasselbe Thema erschien [1]. Aus dieser ersah ich, daß Herr C. DIENER bereits die geologischen Erfahrungen zusammengestellt hatte, an denen die Theorie Herrn WEGENER's scheitert [2]. In einem Aufsatz Herrn MOLENGRAAFF's, den ich während der Korrektur erhalte, werden nun gleichfalls Irrtümer Herrn WEGENER's aufgedeckt; dennoch aber wird schließlich die „kühne" Theorie über die Horizontalverschiebung der Kontinente als möglich zugelassen und die der simatischen Meeresböden voll anerkannt [3]. Man entschließt sich eben schwer zum Verdacht, es könne jemand mit solcher Überzeugungssicherheit doch nur ganz unzulänglich verarbeitete Ideen vorgetragen haben. Ich bekenne also, daß ich in geologischer Beziehung nichts Neues beizutragen hatte, daß es aber nützlich schien, die methodologische Seite der Frage zu beleuchten, was nicht ohne Eingehen auf jene geologischen Erfahrungen geschehen konnte. Für die Tatsachen, die Herr MOLENGRAAFF mit der WEGENER'schen Thorie in Einklang findet, muß eben eine andere Erklärung gesucht werden, solange diese Theorie als bloßes Phantasiespiel und ohne die unbedingt erforderten eigenen Beobachtungsgrundlagen dasteht.

Über die Verbreitung der Ostrakoden im Unterdevon rheinischer Fazies.

Von **Cl. Leidhold** in Straßburg i. E.

In den folgenden Zeilen sind einige Bemerkungen gebracht über die Verbreitung der Ostrakoden im Unterdevon rheinischer Fazies, wie ich sie ursprünglich in anderem Zusammenhang für eine Arbeit zusammengestellt hatte. Da die Vollendung dieser Arbeit mir nicht mehr möglich ist, seien die betreffenden Angaben hier mitgeteilt, zumal über die Bedeutung dieser Tierordnung innerhalb der rheinischen Unterdevon-Fauna verschiedentlich Vorstellungen bestehen, die unserer wirklichen Kenntnis nicht entsprechen. So erwähnt auch H. L. F. MEYER neuerdings in einer

---

[1] W. SOERGEL, Die atlantische Spalte. Kritische Bemerkungen zu A. WEGENER's Theorie von der Kontinentalverschiebung. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1917. Monatsberichte. p. 200—239.

[2] C. DIENER, Die Großformen der Erdoberfläche. Mitt. d. k. k. geogr. Ges. Wien. 1915. p. 329—349.

[3] G. A. F. MOLENGRAAFF, The coral reef problem and isostasy. Proc. Kon. Akad. Wetenschappen te Amsterdam. **19.** p. 610—627; besonders p. 612, 618, 619, 621, 625, 626.

Arbeit über den Lahnporphyr bei Diez gelegentlich des Vorkommens von zahlreichen Ostrakoden in den Diezer Schiefern der westlichen Lahnmulde[1], die von ihm hauptsächlich auf Grund ihrer Fauna in das untere Mitteldevon gestellt werden, nur zwei unterdevonische Vorkommen: „Als neritisch müssen wir die zwei bisher bekannten unterdevonischen Vorkommen (von Ostrakoden) im Rheinischen Schiefergebirge bezeichnen“ etc. (l. c. p. 507). Derartige Angaben können leicht zu der Vorstellung verleiten, daß Ostrakoden im rheinischen Unterdevon große Seltenheiten sind. Demgegenüber sei festgestellt, daß unterdevonische Ostrakoden von einer ganzen Reihe Örtlichkeiten des Schiefergebirges bekannt sind und hier in allen Unterdevonstufen auftreten. Es ist erklärlich, daß diese kleinen Fossilien oft übersehen wurden; auch sind die Angaben in der Literatur hierüber weit zerstreut, z. T. in Anmerkungen niedergelegt, und daher weniger beachtet. Sie sind indessen für einige Gebiete und in manchen Lagen recht charakterisiert und wohl beachtenswert.

Als bekanntestes und ältestes ist das auch von Meyer erwähnte Vorkommen in der Coblenz-Stufe von Offdilln im Dillenburgischen zu nennen[2]. Hier liegen nach Sandberger die Ostrakoden, stellenweise massenhaft auftretend, in „hellgrauen, durch Eisenspat verkitteten, aber meist schon stark ausgelangten und mit Quarzsubstanz imprägnierten Sandsteinbänkchen“. R. Jones[3], der die von Sandberger neu aufgestellten Arten beschrieben hat, gibt von Offdilln an: *Primitia mundula* var. *sacculus* Jones, *Beyrichia devonica* Jones, *Beyrichia strictisulcata* Jones, *Bollia varians*, *Strepula? annulata* Jones[4], *Drepanella serotina* Jones. Bald darauf beschrieb E. Kayser[5] die bereits von Roemer und anderen gefundenen Beyrichien des türkischen Unterdevon. Da sich das Unterdevon des Bosporus faziell teilweise eng an das rheinische anschließt, sei auch hier auf die türkischen Beyrichien hingewiesen.

---

[1] Der Lahnporphyr bei Diez und eine begleitende Fauna. Dies. Centralbl. 1914. p. 469—473 u. p. 503—511.

[2] Jahrb. Nass. Ver. f. Naturk. 1889. **42**. p. 33. — Zur Bezeichnung der einzelnen Unterdevonstufen verwende ich die von Holzapfel vorgeschlagene Benennung nach Örtlichkeiten unter Zugrundelage der von A. Dumont gebrauchten Namen. Demgemäß wird das Unterdevon gegliedert in: 1. Gedinne-Stufe, 2. Siegen-Stufe, 3. Coblenz-Stufe (Untere Coblenzschichten), 4. Ems-Stufe (Coblenzquarzit, Obere Coblenzschichten, Oberste Coblenzschichten).

[3] Annals a. magazine of Natur. Hist. 6. Ser. **15**. 1895. p. 59—67. Pl. VII.

[4] Von Sandberger aus der Coblenz-Stufe erwähnt; nach Jones aus *Orthoceras*-Schiefer.

[5] Devon-Fossilien vom Bosporus. Beiträge z. Paläont. u. Geologie Österr.-Ung. 1898. **12**. p. 27 ff. Pl. I.

Kayser gab der Form den neuen Namen *Beyrichia Roemeri* Kays. Es muß vermerkt werden, daß schon früher R. Jones[1] die von Dumont aus der Türkei mitgebrachten Beyrichien als *Beyrichia devonica* Jones bestimmt hatte; immerhin ist seine Abbildung recht mäßig. Die Angaben Kayser's über das Vorkommen der Art am Bosporus ist dahin zu ergänzen, daß sie dort an den verschiedensten Fundpunkten auftritt und zusammen mit *Pleurodictyum Constantinopolitanum* F. Roem. eine Charakterform des türkischen Unterdevon bildet. Sie tritt hier sowohl in Grauwackenschiefern, als auch in kalkigen Ablagerungen vom Alter der Ems-Stufe auf. An einer anderen Stelle (Yakadjik) findet sie sich in kalkig mergeligen Schichten, die einen starken Einschlag böhmischer Formen wie *Hercynella* und *Trochoceras* aufweisen[2].

Weiterhin beobachtet Holzapfel bei seinen Kartierungen auf Blatt St. Goarshausen[3] das Vorkommen von *Beyrichia devonica* J. in dünnen, Brauneisenstein führenden Sandsteinbänken zwischen Schiefern vom Alter der Coblenz-Stufe. Wie ich mich an Handstücken von der Rödershell überzeugen konnte, ist auch hier das Gestein, ähnlich wie bei dem Vorkommen von Offdilln, erfüllt von Steinkernen der betreffenden *Beyrichia*. A. Fuchs[4], der die Gliederung der Hunsrückschiefer und der Untercoblenzschichten des Mittelrheingebietes nach eingehenden Untersuchungen dargelegt hat, stellt die Anwesenheit von *Beyrichia devonica* J. noch von vielen anderen Örtlichkeiten fest. Bei der Einteilung der Coblenz-Stufe dieses Gebietes spricht er direkt von einer „Zone der *Beyrichia devonica*". Bei vergleichenden Studien im Siegener Faziesgebiet hebt derselbe Forscher[5] das Vorkommen von „Beyrichienbänken" in den Daadener Schichten (Coblenz-Stufe) hervor; eine hier neu erscheinende Art, *Beyrichia tetrapleura* Fuchs, ist letzthin von ihm beschrieben und abgebildet worden[6]. Die Aufnahmearbeiten Denckmann's im Siegerland führten auch hier, besonders auf Blatt Siegen, zur Entdeckung neuer Fundstellen von Beyrichien. W. E. Schmidt[7], der das reiche Material vervollständigt und bestimmt hat, führt aus den von Denckmann unterschiedenen Horizonten 3 bis 6 der Siegener Schichten eine neue *Beyrichia* von den verschiedensten Aufschlüssen an. Gleichzeitig berichtet Koehne[8] u. a. über Fund-

[1] Quaterly Journal. 1890. **46**. p. 536. Pl. XX fig. 1.

[2] Cl. Leidhold, dies. Centralbl. 1912. p. 721.

[3] Erläuterungen zu Blatt St. Goarshausen der Kgl. preuß. geol. Landesaufnahme. 1904. p. 16.

[4] Besonders in: Stratigraphie des Hunsrückschiefers etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1907. p. 96—119.

[5] Dies. Centralbl. 1911. p. 712 ff.

[6] Abhandl. d. preuß. geol. Landesanst. N.F. 79. p. 77. Taf. 18 Fig. 11—13.

[7] Jahrb. d. k. preuß. geol. Landesanst. **28**. p. 429—456.

[8] Vorläufige Mitteilung über eine Obercoblenzfauna etc. Ebenda. p. 219.

punkte von zwei neuen häufig auftretenden *Beyrichia*-Arten in der Ems-Stufe des südlichen Sauerlandes. Von allen diesen neuen Arten stehen indessen Beschreibungen und Abbildungen noch aus.

Das zweite von H. L. F. Meyer erwähnte Vorkommen bezieht sich auf *Bollia varians* Jones und *Beyrichia strictisulcata* Jones, die von K. Walther[1] aus den Kieselgallenschichten der Ems-Stufe von Roßbach angegeben werden.

Vom Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges sind aus den Remscheider Schichten des Bergischen Landes durch Fuchs und Spriestersbach[2] Anhäufungen von Beyrichien, *Beyrichia montana* Spriest. und *Beyrichia embryoniformis* Spriest. bekannt geworden. Die Remscheider Schichten gehören faunistisch zum Unterdevon; die genannten Autoren stellen die Fauna in die Nähe der Ems-Stufe. Interessant ist die Art des Vorkommens. Es heißt in der betreffenden Arbeit bei *Beyrichia montana*: „Die Art kommt an fast allen Fundorten des Gebietes in ungeheurer Zahl vor, so daß die damit bedeckten glatten Schiefer wie feinkörniges, etwas zerriebenes, sandiges Gestein aussehen.“

Die Kenntnis weiterer Vorkommen verdanken wir W. Kegel, der in seiner Arbeit über den Taunusquarzit von Katzenelnbogen[3] sowohl aus dem Taunusquarzit, als auch aus Siegener Schichten und unteren Coblenzschichten einige Formen neu beschreibt oder Angaben über Ostrakoden aus diesen Ablagerungen gibt; er vermerkt übrigens bereits die weitere Verbreitung mancher Arten. Es wurden gefunden: *Kloedenia Kayseri* Kegel, *Beyrichia nassoviensis* Kegel, *Beyrichia* cf. *nassoviensis* Kegel, *Beyrichia Roemeri* Kays. Immerhin möchte ich nicht so weit gehen wie Kegel und nun gleich *Beyrichia nassoviensis* Kegel als Leitform des Taunusquarzits ansehen.

Seit langem bekannt sind die Ostrakoden der unteren Gedinne-Stufe der Ardennen, deren Fauna neuerdings M. Leriche[4] revidiert hat. Es sind hier die gelegentlich fossilführenden Schiefer von Mondrepuis, in denen einige Arten, nämlich *Primitia Jonesi* de Kon., *Beyrichia Kloedeni* Mac Coy, *Beyrichia* sp. gefunden werden. Die erste Art ist in manchen Lagen der Schiefer von Mondrepuis[5] recht häufig.

[1] N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XVII. p. 34, 35.

[2] Abhandl. d. k. preuß. geol. Landesanst. N. F. Heft 58. p. 48 ff.

[3] Abhandl. d. k. preuß. geol. Landesanst. N. F. Heft 76.

[4] La faune du Gedinnien infér. de l'Ardenne. Mém. du Musée royal d'Hist. natur. de Belg. 1912. 6.

[5] In betreff der stratigraphischen Stellung der Schiefer von Mondrepuis wie überhaupt der ganzen unteren Gedinne-Stufe muß bemerkt werden, daß nach Angabe von Leriche und anderen belgischen Autoren letztere faunistisch durchaus dem oberen Ludlow zuzurechnen ist; als tiefstes Devon wären dann die Schiefer von Oignies der „oberen“ Gedinne-

Im Luxemburger Unterdevon fand ich *Beyrichia Roemeri* Kays. im Coblenzquarzit von Munshausen, und massenhafte, allerdings meist schlecht bestimmbare Ostrakoden in dünnschieferigen, Pflanzenreste führenden Obercoblenz-Tonschiefern zusammen mit zahlreichen Exemplaren von großen *Paracyclas rugosa* und Spiriferen bei Rodershausen im Ourtal an der preußisch-luxemburgischen Grenze.

Aus der höheren Ems-Stufe der Dinant-Mulde sind mir Beyrichien bekannt von Couvin und Jemelle. An letzterem Ort liegt die betreffende Form, *Beyrichia* cf. *devonica,* neben Crinoidenstielgliedern, kleinen *Homalonotus*- und *Cryphaeus*-Schwanzschildern und einer kleinen *Centronella Guerangeri* de Vern. in einem eisenschüssigen Sandstein.

Eine Übersicht über die verschiedenen rheinischen Unterdevon-Ostrakoden und ihre Verteilung in den einzelnen Stufen gibt die folgende Tabelle:

	Gedinne-Stufe	Siegen-Stufe	Coblenz-Stufe	Ems-Stufe
Primitia Jonesi de Kon.	+	.	.	.
„ *mundula* var. *sacculus* Jones	.	.	+[1]	.
Beyrichia Kloedeni Mac Coy	+	.	.	.
„ *strictisulcata* Jones	.	.	+	+
„ *Roemeri* Kays.	.	+	+[1]	+
„ *devonica* J.	.	+	+	?
„ *nassoviensis* Kegel	.	+	.	.
„ cf. *nassoviensis* Kegel	.	+	.	.
„ *montana* Spriestersb.	.	.	+	+
„ *tetrapleura* Fuchs	.	.	+	.
„ *embryoniformis* Spriest.	.	.	.	+
Beyrichia sp. nov. auctorum	.	+	+	.
Bollia varians Jones	.	.	+	.
Drepanella serotina Jones	.	.	+	.
? *Strepula annulata* Jones	.	.	+	.
Kloedenia Kayseri Kegel	.	+	.	.

Im ganzen sind einstweilen 15 Arten festgestellt, und zwar sowohl im rechtsrheinischen als auch linksrheinischen Unterdevon. Inwieweit die einzelnen, anscheinend nur in bestimmten Stufen vorkommenden Arten auf diese beschränkt sind, bleibt abzuwarten.

Stufe anzusprechen. Die von den Lagerungsverhältnissen ausgehende ältere Einteilung ließ die Formation in den Ardennen natürlich und mit Recht mit dem diskordant gelagerten Konglomerat von Fépin der unteren Gedinne-Stufe beginnen.

[1] u. a. Oberstadtfeld.

Wenn auch die Verbreitung und Bedeutung der Ostrakoden des rheinischen Unterdevons nicht eine derart allgemeine ist, wie z. B. in manchen Silurstufen, so erlangen sie doch eine weitere Verbreitung und sind für bestimmte kleinere Faziesgebiete recht charakteristisch; sei es, daß sie, dünne Bänkchen erfüllend, in bestimmten Horizonten auftreten, sei es, daß sie vereinzelter vorkommen. In ersterem Fall zeichnen sie sich dann durch große Individuen und geringe Artzahl aus. Immerhin sollten sie bei der Gesamtbetrachtung der Unterdevonfauna nicht außer acht gelassen werden. Sie finden sich gern mit wenigen gewissen Formen vergesellschaftet, z. T. mit eintönigen Tentaculiten, andernorts, wie am Mittelrhein und in den Daadener Schichten[1], mit *Limoptera bifida*. An eine bestimmte Gesteinsfazies sind die rheinischen Unterdevon-Ostrakoden nicht gebunden. Sie treten sowohl in reinsandigen Ablagerungen, wie in eisenschüssigen Lagen, als auch in Tonschiefern und Kalkbildungen auf. Man kann m. E. ebenso wie von einer Ostrakodenfazies des Oberdevon (Cypridinenschiefern) mit gutem Recht auch von einer Ostrakodenfazies des rheinischen Unterdevon sprechen. Schon Frech[2] erwähnt bei Besprechung der Faziesbildungen im Unterdevon die Ostrakoden, bemerkt aber dazu: Ostrakodenschiefer, nur im tiefsten Unterdevon Belgiens. Die Aufmerksamkeit auch auf die Ostrakodenfazies der anderen Unterdevonstufen zu lenken, mag durch vorstehende Literaturstudie dargetan sein.

Personalia.

Am 25. Februar d. J. starb in Hannover im 76. Lebensjahre der langjährige Leiter der Mineralogischen Abteilung des Provinzialmuseums in Hannover, **Adolf Andrée**. Von Beruf Apotheker, zogen ihn seine Neigungen vor allem zur Botanik und Mineralogie. Zahlreiche Reisen in Deutschland und im Mittelmeergebiet erweiterten seinen auf breitester naturwissenschaftlicher Basis beruhenden Gesichtskreis, manche Veröffentlichungen pharmazeutisch-chemischen, botanischen und mineralogischen Inhaltes entstammen seiner Feder. Niedersächsischer botanischer und geologischer Verein verdanken mit seiner Initiative ihr Entstehen, welches der Naturhistorischen Gesellschaft in Hannover zu neuem Leben verhalf. Der Verstorbene zählte zu den besten Kennern der nordwestdeutschen Flora, und seine mehr als 20jährige ehrenamtliche Tätigkeit an den mineralogischen Sammlungen des hannoverschen Provinzialmuseums hat dieselben zu hoher Blüte gebracht.

---

[1] Fuchs, l. c. p. 713.

[2] Lethaea geognostica. 2. p. 130.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Monazitführender Granit aus dem Trachyttuff von Königswinter.

Von **K. Busz** und **M. Waterkamp**.

Mit 1 Textfigur.

Bei der weiteren Untersuchung der Auswürflinge aus dem Trachyttuff der Hölle bei Königswinter fiel uns ein Gestein auf, das makroskopisch große Ähnlichkeit mit den dort häufiger aufgefundenen Sanidiniten zeigte, aber gleichzeitig durch die zahlreichen darin enthaltenen Bruchstücke eines kristallinen Schiefers besonderes Interesse erregte. Die nähere Untersuchung ergab, daß hier ein Granit vorliegt, der im wesentlichen aus Feldspat, Quarz, Eisenerz — hauptsächlich Pyrit — und Biotit besteht und besonders dadurch bemerkenswert ist, daß er Monazit enthält, und zwar in beträchtlicher Menge.

Das Gestein ist von hellgrauer Farbe, stellenweise durch Eisenhydroxyd gelblich gefärbt. Es hat eine feinkörnige, kompakte Struktur, ist aber von zahlreichen Hohlräumen durchsetzt, die durch Auslaugung der Pyritkristalle entstanden sind, was sich aus der Würfelform der Hohlräume und deren teilweisen Ausfüllung mit Eisenhydroxyd oder Brauneisen erkennen läßt.

Der bei weitem vorherrschende Gemengteil — Feldspat — ist stark durchtränkt mit einer bräunlichen, fast schwarzen Masse, die in annähernd parallelen Zügen den Kristallen eingelagert ist, und die auf das polarisierte Licht nicht einwirkt. Als Einschlüsse finden sich gut pleochroitische, kleine Biotitblättchen.

Die hellen, klar durchsichtigen rundlichen Quarzkörner, die außer vereinzelten Einschlüssen nur auf den unregelmäßig verlaufenden, scharf hervortretenden Spaltrissen Infiltrationsprodukte, meist Eisenhydroxyd, aufweisen, treten durch diese Eigenschaften sowie durch die etwas höhere Doppelbrechung recht deutlich neben dem Feldspat hervor. Sie zeigen stets einheitliche Auslöschung. Biotitblättchen treten auch hier als Einschluß auf. Der Quarz füllt teilweise die Lücken zwischen den Feldspatkristallen aus. Doch wurden auch deutlich sechsseitige Querschnitte beobachtet. Er tritt an Menge und Größe sehr gegen Feldspat zurück.

Biotit ist ziemlich spärlich vorhanden und nur z. T. in guterhaltenen Kristallen zu beobachten. Er wurde fast nur in Gemeinschaft mit Pyrit gefunden und ist bisweilen ganz von diesem eingeschlossen.

Pyrit ist ein ziemlich häufiger Gemengteil und tritt sowohl in unregelmäßig begrenzten Körnern als auch in Kristallen auf. Im Dünnschliff ist er an seiner messinggelben Farbe, verbunden mit Metallglanz, leicht erkennbar. Manche Individuen zeigen noch deutlich viereckige Begrenzung. Auch die bereits erwähnte Umwandlung in Brauneisen ist mikroskopisch zu erkennen.

Außer diesen Gemengteilen wurden in den Dünnschliffen kleine, scharf begrenzte Kristalle eines mit hellgelber Farbe durchsichtigen Minerales von hoher Licht- und Doppelbrechung beobachtet, welche dem Epidot ähnlich sind und anfangs für solchen gehalten wurden. Im konvergenten Licht erwiesen sie sich als zweiachsig. Eine sichere Bestimmung war auf mikroskopischem Wege allein nicht zu erzielen. Die Behandlung des Gesteins mit Flußsäure ermöglichte jedoch eine Isolierung der vorzüglich ausgebildeten Kriställchen, die im Durchschnitt etwa eine Länge von 0,24 mm und eine Breite von 0,14 mm haben. Sie sind meist tafelförmig ausgebildet, nur einzelne Individuen zeigen eine prismatische Ausbildungsweise. Die Auslöschung auf allen Flächen dieser Zone ist parallel der Längsrichtung.

Trotz der winzigen Größe konnten die Kristalle bei der scharfen und glänzenden Beschaffenheit der einzelnen Flächen mit dem Reflexionsgoniometer gemessen werden, mit dem Ergebnis, daß hier Monazit vorliegt. Die Kristalle sind gestreckt nach der b-Achse und tafelig nach $\infty P\infty$ = a (100). In dieser Zone treten außer a (100) untergeordnet $P\infty$ = x ($\bar{1}01$) und $-P\infty$ = w (101) auf. Diese drei Flächen wurden an allen untersuchten Kristallen beobachtet. Die Messungen ergaben:

	Gemessen	Berechnet[1]
a : w = (100) : (101) =	39° 20′	39° 16′ 30″
a : x = ($\bar{1}00$) : ($\bar{1}01$) =	53 30	53 28 44

Außerdem wurde in dieser Zone noch ein Doma beobachtet, das etwa dem Symbol $9P\infty$ (901) entsprechen würde. Doch ist die Fläche, da die Signale breit und verwaschen waren, nicht sicher. Sie wurde berechnet aus dem Winkel:

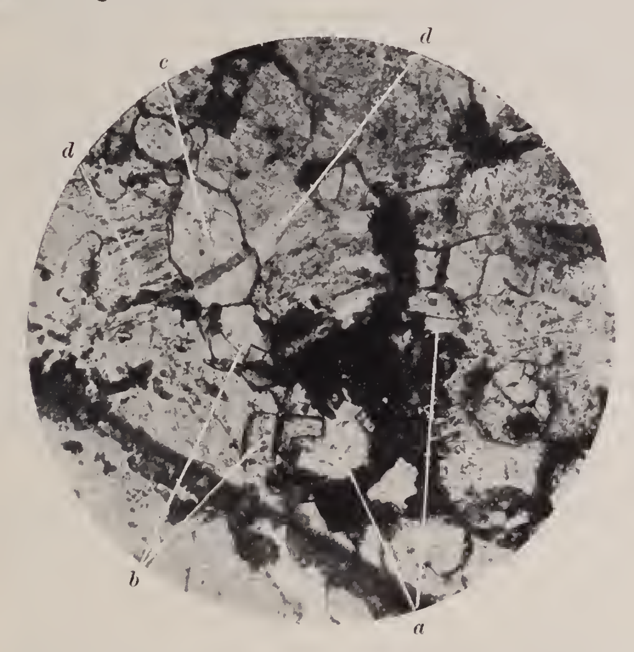
	Gemessen	Berechnet
(100) : (901) =	6° 31	6° 17′

Die Fläche x ($\bar{1}01$) ist stets besser und größer ausgebildet als w (101) und gibt sehr deutliche Spaltbilder. Die seitliche Begrenzung wird durch das Klinopinakoid $\infty P\infty$ = b (010) gebildet. Nur an einzelnen Kristallen treten äußerst kleine Flächen von

[1] Berechnet aus dem Achsenverhältnis nach K. Busz:
a : b : c = 0,97224 : 1 : 0,92784, β = 76° 26′ 30″.
N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. p. 484.

Pyramiden auf. Bei starker Vergrößerung im Mikroskop sind sie als Abstumpfungen der Kanten von $+P\infty$ und $-P\infty$ mit $\infty P\infty$ zu erkennen, und ihr Symbol konnte durch Messung des ebenen Winkels, den die Kombinationskante von Pyramidenfläche und Orthopinakoid mit der b-Achse bildet, bestimmt werden. Daraus ergab sich, daß die Pyramiden $+P = v(\bar{1}11)$ und $-P = r(111)$ vorliegen.

Auch die Zwillingsbildung nach a (100) konnte an einem Kristall nachgewiesen werden.



Durch Reiben einiger Kriställchen zwischen Glasplatten wurde erkannt, daß ihre Härte geringer ist als die des Glases. In konzentrierter Thoulet'scher Lösung sinken dieselben schnell zu Boden. Das spezifische Gewicht ist also höher als 3,2. Beide Beobachtungen treffen also für Monazit zu.

Die Art des Auftretens der Monazitkristalle im Gestein ist im Dünnschliff recht gut zu erkennen. Besonders häufig wurden die Kristalle an den Rändern der oben erwähnten Hohlräume beobachtet. Doch ist an eine nachträgliche Bildung nicht zu denken, da sie in vollkommen idiomorpher Ausbildung in Quarz- und Feldspatindividuen hineinragen (vergl. die nebenstehende Mikrophotographie[1]). In den Hohlraum (*a*) ragen mehrere Monazitkristalle

[1] In der Figur ist bei *a* die rechte, bei *b* die linke Hinweisungslinie wegzudenken, da irrtümlich angebracht.

hinein; ein größerer ist mit *b* bezeichnet. Die dunklere Umgrenzung, die aus bräunlichem Zersetzungsprodukt von ausgelaugtem Pyrit gebildet wird, enthält ebenfalls noch zahlreiche kleine, wenn auch nicht so scharf begrenzte Kristalle. Die etwas mehr hervortretenden rundlichen Partien (*c*) sind Quarzkörner. Das übrige ist Feldspat mit z. T. parallel angeordneten Zersetzungsprodukten (*d*).

Das mikroskopische Bild stimmt mit der makroskopischen Beobachtung gut überein. In dem nach Behandlung mit Flußsäure erhaltenen Rückstand erkennt man deutlich, wie einzelne Monazitkristalle aus noch unzersetzten Pyritkörnern herausragen.

Außerdem finden sich mit dem Pyrit verwachsen sehr scharf ausgebildete, sechsseitige, undurchsichtige Blättchen mit lebhaftem Metallglanz. Sie sind äußerst dünn, biegsam, gut spaltbar, und wurden durch die olivengrüne Farbe des Strichpulvers, sowie durch das spezifische Gewicht — höher als konzentrierte Thoulet'sche Lösung — als Molybdänglanz erkannt. Graphit, an den man zunächst hätte denken können, ist bei diesen Eigenschaften ausgeschlossen.

Nach den Beobachtungen von R. Brauns[1] ist Molybdänglanz bisher nur in den ältesten Gesteinen beobachtet worden. Er hält die Einschlüsse von Eisenkies in den rheinischen Basalten, die mit Kupferkies und Molybdänglanz vergesellschaftet sind, für solche, die aus dem Grundgebirge stammen. Das gemeinschaftliche Vorkommen von Pyrit und Molybdänglanz in dem Granitauswürfling entspricht ebenfalls dieser Auffassung.

Mineralogisches Institut der Universität Münster i. Westf. 1917.

Jodgehalt und Laugeneinschlüsse im Zechsteinsalzlager.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Anschließend an die Untersuchung posthumer Einlagerungen[2] prüfte ich einige Proben sehr reinen Halits, Sylvins und Carnallits auch auf ihren Jodgehalt. Bei Aufbewahrung der zur Jodbestimmung ausgewählten Salzstücke wurde — um eventueller Jodzufuhr vorzubeugen — mit besonderer Vorsicht verfahren. Die Behandlung erfolgte nach den Angaben E. Erdmann's[3], indem die nach der

[1] Sitz.-Ber. d. naturh. Ver. 1913. p. 13—14.
[2] M. Rózsa, Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. 98. p. 327—332.
[3] E. Erdmann, Kali. 1910. p. 117. — K. Kraze, Vorkommen und Nachweis von Jod in einigen natürlichen Salzmineralien. Halle a. S.

gewichtsanalytischen Methode hergestellten Endlösungen kolorimetrisch geprüft wurden. Bei ungünstigem Resultat der Vorversuche benützte ich in einigen Fällen auch die Destillationsmethode. Über manche Erfahrungen bei Anwendung des kolorimetrischen Verfahrens wird nach der Ausführung weiterer Jodprüfungen, bei gleichzeitiger Anwendung der Methode Winkler's und in möglichen Fällen des gewichtsanalytischen Verfahrens, ausführlich berichtet. Die Mengen der angewendeten Salze und die Resultate bisheriger Untersuchungen sind in Tabelle 1 angegeben.

Mit Ausnahme der Sylvinproben II und III und der Carnallitprobe IV wurden die übrigen Proben aus den Spaltprodukten des Hauptanhydrits genommen. Carnallit IV stammt aus jenen posthumen Einlagerungen im Berlepschwerk, die sich zwischen dem Hauptanhydrit und dem jüngeren Steinsalz vorfinden. Im Schliff durchkreuzen unzählige Flüssigkeitseinschlüsse, sehr häufig mit Libellen, das Gesichtsfeld. Sylvin II und III brachte ich aus den posthum entstandenen Sylvinnestern des Staßfurter Hangend-Hartsalzes mit. Die Zahl der Flüssigkeitseinschlüsse war in der jodhaltigen Probe II auffallend größer als in der jodfrei gefundenen Probe III, trotzdem beide Handstücke demselben Horizont zugehören [1]. Wenn auch die als jodfrei gefundenen Carnallite zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse enthielten, so kennzeichneten sich die jodhaltigen Salzstücke dennoch durch die stets auftretende, besonders große Anzahl dieser Einschlüsse.

Den Nachweis von Jod in Kalisalzen, bezw. die quantitative Bestimmung desselben hat zuerst K. Kraze unternommen. Nach seinen Untersuchungen kommen geringe Jodmengen in folgenden Zechsteinkalisalzen vor: Hartsalz von Bleicherode (0,1 mg in 10 kg), Sylvin des Hartsalzes von Neustaßfurt (0,4 mg in 10 kg).

Bei der Untersuchung einer im Salzlager der Mecklenburgischen Gewerkschaft Friedrich Franz zu Lübtheen gewonnenen Lauge. welche aus der zwischen dem graugrünen und dem rotbraunen Salzton gelagerten Steinsalzbank austritt, stellte vor einigen Jahren K. Koelichen fest, daß diese Lauge außer Brom noch geringe Mengen Jod enthielt (3960 mg Brom und 2,7 mg Jod im Liter) [2]. Die Lauge besaß einen hohen Gehalt an Chlormagnesia (386,9 g im Liter) und bedeutende Mengen von $FeCl_2$ (1,32 g im Liter) und MgB_4O_7 (4,6 g im Liter). Bei vorsichtiger Behandlung mit einigen Tropfen verdünnten Chlorwassers und Ausschütteln mit

[1] Dieser Umstand hängt offenbar mit den statischen Druckverhältnissen zirkulierender Laugen zusammen. indem an einzelnen Stellen Laugenstauung erfolgte, wogegen in anderen Teilen desselben Horizontes die Laugen rascher Austritt fanden. Dies. Centralbl. Jahrg. 1916. p. 508.

[2] K. Koelichen, Kali. 1913. p. 457.

Schwefelkohlenstoff trat die charakteristische Jodfärbung bereits auf, die bei weiterer Behandlung in die Bromfärbung überging.

Unlängst prüfte auch L. W. Winkler einige Laugen der deutschen Kalisalzlager auf ihren Jodgehalt und fand im Liter 17 mg (Mecklenburg), bezw. 1,8 mg (Staßfurt) und 2,2 mg (Hainleite) Jod, wogegen in den eingesendeten Salzproben und Fabriksendlaugen ein Jodgehalt nicht nachweisbar war [1].

Tabelle 1.

		Steinsalz			Sylvin						Carnallit					
		I	II	III	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Versuchsmenge in g		354	1570	895	237	1860	1753	807	171	2045	1106	736	582	854	1609	348
Gefunden	mg Jod	—	—	—	—	0.12	—	—	—	—	0,10	—	—	0,06	—	—
	mg Jod in 1 kg Salz	—	—	—	—	0,06	—	—	—	—	0,09	—	—	0,07	—	—

Die bei der Erörterung der jodhaltigen Salzproben erwähnte Beobachtung, daß Laugeneinschlüsse auch in den jodfrei gefundenen Salzen in großer Zahl auftreten, wirft die Frage über die Genesis der intern entstandenen Laugen auf:

A. Die ersten Laugeneinschlüsse dürften die Salze bereits bei ihrer Ausscheidung und Ablagerung aufgenommen haben. Die Bezeichnung „Urlauge“ könnte hier am entsprechendsten angewendet werden. Während der Auspressung und Zirkulation dieser Laugenteile fanden örtliche Differenzierungen der Zusammensetzung statt, wobei sukzessive Anreicherung der löslichsten Bestandteile in den schließlich zurückgebliebenen Laugenresten erfolgte. Die Wahrscheinlichkeit des Jodvorkommens ist wohl bei diesen Laugeneinschlüssen die größte. Auch die Entstehung der Borazitkugeln mußte mit der Zirkulation dieser Laugenreste verbunden gewesen sein, da das gleichartige Vorkommen im Hauptsalz- und Hartsalzlager mit Bestimmtheit erkennen läßt, daß die Borazitbildung der Hartsalzbildung voranging und sich noch im unveränderten Hauptsalzlager vollzog.

B. Bei den thermalen und hydrothermalen Umwandlungsvorgängen abgelagerter Salze zirkulierten die entstandenen Schmelzen und Laugen in die Richtung des Druckgefälles. Die bedeutenden Mengen ausgeschiedener Laugen des unteren Gipslagers drangen

[1] L. W. Winkler, Über das Vorkommen des Jods in den deutschen Kalilagern. Zeitschr. f. angew. Chemie. 1916. No. 102 u. 103.

hiebei in die höher gelegenen Salzschichten und haben zu den hydrothermal rückgängig erfolgten Gleichgewichtsveränderungen wesentlich beigetragen. Stellenweise konnten indessen auch Laugen höherer Horizonte, durch Risse und Sprünge, in die tiefer liegenden Schichten gelangen. Je nach den statischen Druckverhältnissen durchtränkten die zirkulierenden Laugen einzelne Teile der Salzlager und führten zu den mannigfaltigen Umwandlungsvorgängen derselben [1]. Ein nachweisbarer Jodgehalt ist bei diesen nachträglich entstandenen Laugen nur in jenen Fällen zu vermuten, als dieselben die ursprünglich vorhanden gewesenen Laugenreste aufnahmen und infolge der erwähnten Differenzierungsvorgänge sich an Jod anreicherten.

Die äußere Zufuhr jodhaltiger Laugen kann ebenfalls in Betracht kommen, auch bei den Umwandlungsvorgängen mancher Kainitgebiete. Die Untersuchungen werden, sobald es möglich wird, auch in dieser Richtung fortgesetzt.

Die Ursache der äußerst geringen Jodführung im Zechsteinsalzlager hat bereits H. E. Boeke angegeben [2]. Während nämlich der Bromcarnallit mit dem gewöhnlichen Carnallit Mischkristalle bildet, zeigt hiezu der Jodcarnallit keine Neigung. Bereits bei der Bildung der Carnallitlager mußte demnach eine Verschiebung des Brom-Jodverhältnisses eintreten, indem bei der Ausscheidung des Carnallits sich gleichzeitig auch Bromcarnallit ablagerte, wogegen Jodsalz nur in den durchtränkenden und anhaftenden Laugenteilen vorhanden war. Diese Verschiebung läßt sich im Carnallit tatsächlich nachweisen. Auch in Carnallitproben, die aus Elsaß und aus Galizien herstammen, fand ich Brom, wogegen Jod nur in einem Falle nachweisbar war. Das festgestellte Brom-Jodverhältnis der jodhaltigen Carnallite I (1 : 0,0008) und IV (1 : 0,0014), gegenüber dem Brom-Jodverhältnis im Meerwasser (1 : 0,034), bestätigt ebenfalls diese Erklärung.

Die marinen Versteinerungen des Salztones, als auch der Umstand, daß sich unmittelbar über dem Hauptsalzlager zahlreiche Anhydritschichten ausbilden konnten und dann von neueinbrechendem Meerwasser, bezw. vom entstandenen Laugengemisch, bedeutende Mengen des Magnesits ausgeschieden wurden, schließen das Bestehen einer jodhaltigen und hygroskopischen Deckschicht, die aus der vollständigen Eintrocknung der Laugen herrührte, gänzlich aus. Die letzten Laugenreste gelangten in das neueinbrechende Ozeanwasser, vermehrten den Jodgehalt im entstandenen Laugen-

[1] M. Rózsa, Über den chemischen Aufbau der Kalisalzablagerungen im Tertiär des Oberelsaß. Zeitschr. f. anorg. Chemie. **93**. p. 146; — Über die Ausscheidung und Thermometamorphose der Zechsteinsalze Bischofit, Kainit und Astrakanit. Zeitschr. f. anorg. u. allgem. Chemie. **97**. p. 41—55.

[2] H. E. Boeke, Zeitschr. f. Kristallogr. **45**. p. 388.

gemisch, führten jedoch, infolge der wiederholten Überlagerungen durch verdünnte Laugen, in keinem Falle zum Bestehen von Bischofitlagern und jodhaltigen Deckschichten. Hiedurch wird sowohl die Annahme der gänzlichen Assimilierung des Jodgehaltes durch Seepflanzen, als auch jene Voraussetzung, daß infolge der Zersetzung von Jodverbindungen das Jod an die Atmosphäre abgegeben wurde, hinfällig.

Zur tektonischen Geschichte Mexikos.

Von **Erich Haarmann.**

Nachdem ich 1913 einiges zur Zeitbestimmung der tektonischen und vulkanischen Vorgänge in Mexiko beitragen konnte[1], möchte ich heute die tektonische Geschichte Mexikos zusammenfassend in ein schärferes Licht stellen.

Ich habe in Mexiko eine alte, scharfe Faltung des Devons[2] (meiner „Delicias-Schichten") nachgewiesen, auf dem diskordant Perm liegt. Wie in anderen heute festländischen Gebieten der Erde fand nach den paläozoischen Faltungen, im Mesozoicum, eine lang andauernde Senkung statt. Dies zeigen die mächtigen mesozoischen Schichtenfolgen, von denen am besten Jura und Kreide bekannt geworden sind.

Die fazielle Übereinstimmung der Ablagerungen auf dem mexikanischen Hochlande (der Mesa Central) und in den tiefer gelegenen Randgebieten, welche in der Kreide bis zum Unterturon anhält, zeigt die bis dahin gleichmäßige Meeresbedeckung des Gebiets. Soviel mir bekannt ist, liegen die mesozoischen Schichten bis zum Unterturon im wesentlichen konkordant; eine Störung der Ablagerungen hat also nicht viel früher eingesetzt.

Um jene Zeit muß eine Umkehrung in der Bewegung des bis dahin sinkenden Gebiets stattgefunden haben: es setzte eine Hebung ein. Mit dem Bewegungswechsel fällt die Faltung der tief gesunkenen und schließlich bis in Zonen merklicher Plastizität gelangten Schichten zusammen, und augenscheinlich war dieser Bewegungswechsel die Ursache der Faltung. Denn die naturgemäß nicht ganz gleichmäßige Hebung

---

[1] E. Haarmann, Geologische Streifzüge im Staate Coahuila. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **65**. 1913. Monatsber. p. 18—47.

[2] W. Haack. Über eine marine Permfauna aus Nordmexiko etc. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **66**. 1914. p. 482—504.

konnte eine der wichtigsten Vorbedingungen für Faltung, ein Schweregefälle, schaffen.

Wie aus der Überkippung der Falten nach Norden und Nordosten zu entnehmen ist, hatte das Schweregefälle nördliche bis nordöstliche Richtung. Es ist eine auffällige Tatsache, daß die Richtung dieses bei der Faltung vorhandenen Schweregefälles sich mit der des auch heute noch bestehenden Oberflächengefälles deckt: der südliche Teil der Mesa Central liegt wesentlich höher als der nördliche. Im Süden bestand also seit Beginn des Aufstiegs eine stärkere Hebung.

Bei vielleicht zunächst noch fortschreitender Faltung stieg das Land immer weiter, wie aus den immer größer werdenden Unterschieden in der Ausbildung der Schichten im Gebiet der heutigen Mesa Central und ihrem Vorlande ersichtlich ist. Die Oberfläche des sich hebenden Blocks wurde in der Nähe des Wasserspiegels vom Meere angehobelt, bis dieser sich aus den Fluten hob — damals wirklich als „Mesa“, als „Tisch“. Bald aber wurde die mehr oder weniger geglättete Oberfläche des Blocks von der Erosion zerfurcht, und aus dieser frühen Zeit, oder auch aus der kurz vorhergegangenen der Abtragung durch das Meer, entstammt die Bildung jener wasserbewegten Gerölle, die auf Bergen oft anderen Gesteins gelegentlich gefunden wurden.

In den seichten, sumpfigen Niederungen des eben emporgetauchten und flach zerfurchten Festlandsblocks konnten im Ausgange der Kreidezeit Dinosaurier leben, deren Reste ich bei etwa 1200 m Meereshöhe im nördlichen Teil der Mesa Central zusammen mit Pflanzenresten in den „Soledad-Schichten“ gefunden habe. Diese Schichten, die bei jüngeren Krustenbewegungen geneigt wurden, füllen Becken aus und enthalten außer jenen Fossilien auch Gerölle nicht nur von Kreidekalken, sondern auch von Eruptivgesteinen — so zeigend, daß Material der schwellenden Unterlage sich schon in verhältnismäßig frühem Stadium der Hebung durch die sich faltende Decke Bahn gebrochen hat.

Ebenfalls im Ausgange der Kreidezeit entstanden an der Schwelle des aufsteigenden Blocks Kohlen, die ja immer ein gutes Zeichen voraufgegangener Krustenbewegungen sind. Besonders in der Nähe des Hochlandssockels sind auch sie noch von den späteren Bewegungen betroffen worden.

Der Mesablock hebt sich weiter; die Täler schneiden sich dabei tiefer in die durch das Meer geschaffene Abtragungsfläche. Der Erosion wurden durch die dem Gestein bei der Faltung gegebene Struktur die Wege gewiesen und diese, aber auch nur diese Bedeutung hat die Faltung für die heutige Gestalt Mexikos, so daß man keineswegs von einer Emporfaltung sprechen darf.

Bald macht sich im weiteren Verlauf von Hebung und Erosion ein Unterschied bemerkbar zwischen den Tälern, die an den Rändern

des Blocks verlaufen, und denen, die in seiner Mitte liegen. Jene randlichen Täler hatten Abfluß nach dem Meere: sie wurden stets ausgeräumt und mit der Hebung der Mesa immer tiefer eingeschnitten. Die Mittentäler dagegen hatten keinen Abfluß zum Meere: sie wurden immer höher aufgefüllt, immer tiefer wurden die Gebirgsrippen im eigenen Schutt begraben und zwischen ihnen dehnen sich heute weite Bolson-Ebenen, Auffüllungstäler. So erscheinen uns die Ränder des mexikanischen Hochlands mit ihren großen Höhenunterschieden zwischen Gebirgskamm und Talsohle weit großartiger, als die ebenso hochragenden, aber zum großen Teil verschütteten Gebirgszüge des Innern.

Die Hebung des riesigen mexikanischen Blocks dauert noch heute an, wie durch Beobachtungen an der Golfküste und in Niederkalifornien sichergestellt ist. Auch die Übereinstimmung zwischen der Richtung des bei der Faltung bestehenden Schwere- und des heutigen Oberflächengefälles zeigt die Einheitlichkeit und Jugendlichkeit der Hebung. Am höchstgehobenen Südrande der Scholle finden wir noch heute vulkanische und seismische Tätigkeit. Augenscheinlich ist hier die Erdkruste am meisten geschwächt und dadurch der Magmaaufstieg besonders erleichtert.

Verallgemeinernd läßt sich sagen, daß immer, wenn das die Faltung hervorrufende Schweregefälle durch Hebung entstand, der Teil des aufsteigenden Blocks, welcher rückwärts der Überkippung liegt, stärker gehoben worden sein muß. Hier muß also auch stärkere Zerreißung der Erdkruste stattgefunden haben, die dem Magma Aufstiegserleichterung bot. Tatsächlich beobachten wir ja auch so häufig Zeugnisse vulkanischer Tätigkeit im Rücken der Faltengebirge. Man wird dies als Anhalt für Entstehung der Faltung bei Hebung ansehen dürfen.

Möglich, daß gleichzeitig mit dem Emporsteigen der mexikanischen Scholle Senkungen der Umgebung, besonders im Osten und Westen, stattgefunden haben. Jedenfalls: je mehr der Block über seine Umgebung emporwuchs, um so mehr verloren seine Steilränder an Stütze; es entstanden Abklüftungen, die sich im weiteren Verlauf zu Spalten erweiterten. Spalten kennzeichnen Zerfall, der besonders im oberen Teile der aufsteigenden Scholle auftrat. Mit der Wirkung von Zugspannungen hat diese „Zerrung" natürlich nichts zu tun; sie geht lediglich auf die Wirkung der Schwere zurück.

Die Spalten wurden nicht nur von oben mit hereinbrechenden Gesteinsbrocken versetzt, sondern sie wurden auch von unten teils mit eruptiven Gesteinen, teils mit Erzen ausgefüllt. Einige der Spalten nämlich, und zwar besonders die, an welchen verschieden starke Hebungen der angrenzenden Gebirgskörper vor sich gingen, reichten bis in die Schollenunterlage und boten Magma und Thermalwassern Aufstiegswege. Von diesen Tiefspalten aus wurde auch

ein Teil der zahlreichen Flachspalten mit Magma und Minerallösungen verfüllt, und es entstand so der ungemeine Reichtum Mexikos an Erz- und Eruptivgängen. Faltung und Gangbildung treten hier als aufeinanderfolgende Wirkungen von Hebung auf, während sie zunächst in Gegensatz zu stehen scheinen: die eine als Stau-, die andere als Zerrwirkung.

Es liegen gewisse Anhaltspunkte dafür vor, daß auch in andern Ganggebieten dieser bemerkenswerte Zusammenhang zwischen Hebung und Gangbildung besteht, so z. B. in Nordamerika. Jedoch bleibt zu untersuchen, ob nur die bei schwellender, oder auch die bei sinkender Unterlage sich bildenden Spalten von unten her ausgefüllt und also Gänge werden können. In vielen Fällen werden Hebungen mit Senkungen von Nachbarschollen Hand in Hand gehen.

Auf Faltung folgende Gangbildung ist auch anderwärts nachgewiesen worden. ohne daß freilich der Zusammenhang erkannt worden wäre. Besonders sind in dieser Beziehung die eingehenden Untersuchungen BORNHARDT's und DENCKMANN's im Siegerlande bemerkenswert. Dort ist sichergestellt, daß die Entstehung der Gänge „nur an den Schluß des Gebirgsfaltungsvorgangs gesetzt werden“ kann und „daß die Gangbildung jünger ist als die Aufrichtung und Faltung der Schichten“. Hier finden wir also Verhältnisse, die sich mit den mexikanischen vollkommen decken.

Zur Altersfrage des „Chocsdolomites“.

Von **Béla Dornyay** in Veszprém.

W. GOETEL gelangt in seiner 1916 erschienenen ausgezeichneten Studie[1] nach Behandlung der geschichtlichen Entwicklung der Chocsdolomit-Frage in bezug auf den im allgemeinen für cretacisch (neocom) gehaltenen Chocsdolomit — welcher Auffassung einzelne nur schwach widersprachen — auf Grund der *Daonella*-Funde von Dr. JULIUS VIGH und eigenen Beobachtungen in der Tatra im Endergebnis zu folgenden Feststellungen:

„1. Der ‚Chocsdolomit‘ des Tatragebirges gehört nicht zur Kreide, sondern zur Trias und ist mit den in

[1] Zur Liasstratigraphie und Lösung der Chocsdolomitfrage in der Tatra. Extr. du Bullet. de l'Acad. d. science de Cracovie.

der Hauptmasse mitteltriadischen, subtatrischen Kalken und Dolomiten identisch. 2. Er bildet eine große, diskordant über den jüngeren Schichten liegende Decke, die an einzelnen Stellen mit der Hauptmasse der Dolomite noch in ursprünglicher Verbindung steht, größtenteils aber in der Form von isolierten Massen auf den jüngeren Schichten schwimmt."

Mit der Untersuchung des Alters, der Beschaffenheit und stratigraphischen Stellung des „Chocsdolomites" befaßte ich mich von 1909 bis 1913 auch eingehend und veröffentlichte die während meiner Mittelschullehrerzeit in der Stadt Rosenberg (Rózsahegy) gemachten geologischen Beobachtungen in meiner 1913 in ungarischer Sprache erschienenen Dissertation [1]. Obwohl von meiner ungarisch veröffentlichten Dissertation auch einige nicht ungarische Fachblätter, wie die Revue critique de Paléozoologie [2] und diese Zeitschrift [3] Notiz nahmen, haben doch nichtungarische Fachleute, die sich mit der Altersfrage des Chocsdolomites befaßten, unter ihnen auch W. Goetel, meine Arbeit, eben weil sie leider nur ungarisch erschienen und daher ausländischen Fachleuten unzugänglich ist, nicht zur Kenntnis genommen. Daher halte ich es für zeitgemäß, meine Auffassung über das Alter des Chocsdolomites auf Grund meiner geologischen Beobachtungen in der Umgebung von Rózsahegy kurz zu veröffentlichen.

Die ältesten Bildungen in der unmittelbaren Umgebung der Stadt Rosenberg (Rózsahegy) im westlichsten Winkel des südwestlich der Hohen Tatra sich erstreckenden Beckens von Liptó werden von der aus Dolomit und Kalk bestehenden mächtigen Schichtenserie gebildet, die die Berge in der Umgebung von Rosenberg [4] zusammensetzt und auf die an mehreren Orten jüngere Bildungen sich legen. Organische Reste sind sowohl im grauweißen Dolomit, als auch im dunkelgrauen, manchmal schwarzen, von Calcitadern durchsetzten, hie und da hornsteinführenden Kalk sehr selten und beschränken sich scheinbar auf den Dolomit. Der vollständige Mangel — richtiger die große Seltenheit — der Versteinerungen im Dolomit sowie seine eigenartigen und viel erörterten Lagerungsverhältnisse dem Neocommergel gegenüber war die Ursache davon, daß seit den Beobachtungen von D. Stur (1859) bis

[1] Dornyay, Béla: Rózsahegy környékének földtani viszonyairól. Budapest 1913. (Über die geologischen Verhältnisse der Umgebung von Rózsahegy. p. 51. Mit 6 Abbild., 2 Taf., 4 geol. Profilen u. 1 geol. Karte.)

[2] Paris 1914. Avril. No. 2. p. 95. No. 3. p. 111—112.

[3] Dies. Centralbl. 1914. No. 9. p. 288.

[4] Unter ihnen auch der Velki Chocs (1613 m), der dem Chocsdolomit den Namen gab. Seine Hauptspitze liegt in der Luftlinie nur 8 km nordöstlich von Rosenberg, doch liegt er schon außerhalb des von mir genauer untersuchten Gebietes.

in die neuesten Zeiten (V. UHLIG 1907, H. VETTERS 1909) die hervorragendsten Geologen den „Chocsdolomit“ für neocom hielten. Einzelne zogen hieraus auch weitgehende Folgerungen. Nach langem und mühseligem Suchen gelang es mir, in dem für neocom gehaltenen „Chocsdolomit“ in Rosenberg (Rózsahegy) und der Umgebung die folgende kleine Fauna zu sammeln:

Daonella cfr. *Pichleri* MOJS. (Baráthegy)
„ cfr. *tyrolensis* „ „
Encrinus cassianus KLIPST. sp. Rosenberg (Rózsahegy, Dolomitvorsprung des „Ring“)
Entrochus silesiacus BEYR. (Baráthegy; Faith-Haus)
Cidaris dorsata MÜNST. „ „
Gyroporella (*Dactyloporus*?), (Oszada, südl. von Rosenberg).

Diese Versteinerungen beweisen, daß die Dolomite und Kalke der Umgebung von Rosenberg — demnach die sogen. „Chocsdolomite“ —, die nach den Wiener Geologen bis 1913 für neocom gehalten wurden, zweifellos der Trias angehören und wahrscheinlich mehrere Horizonte umfassen, die aber auf Grund der in der Umgebung von Rosenberg bisher gesammelten kleinen Fauna vorläufig nicht gegliedert werden können. Die erwähnten Arten der Fauna sind im allgemeinen für die ladinische Stufe der mittleren Trias bezeichnend, da die erwähnten Daonellen in den Wengener und Buchensteiner Schichten, *Cidaris dorsata* und *Encrinus cassianus* dagegen in den Cassianer Schichten sowohl der Alpen als auch des Bakony (Veszprém) vorkommen.

Daher sind die Feststellungen der Wiener Geologen, unter ihnen auch UHLIG's, daß in der Umgebung von Rosenberg Triasbildungen nicht vorkommen, sondern nur der auf „Neocommergel gelagerte“, versteinerungslose „Karpathische oder Chocsdolomit“, falsch. Am östlichen Hang des Szidor-Bergzuges bei Rosenberg, in der Umgebung des Djelec-Steinbruches fanden sich nämlich Triasversteinerungen in dem Dolomit, auf dem in kleineren Vorkommen Neocommergel des Nagy-Kalvária liegen, die mit den dazwischengelagerten Kalken in ununterbrochenem Zuge vom „Ring“ genannten Dolomitvorsprung angefangen über den Djelec-Steinbruch bis zur Spitze des Nagyszikla und Szidorhegy verfolgt werden können. In einem kleinen Vorkommen liegt Neocommergel auf den Triasbildungen auch im mittleren Teil der Täler Kundratova und Micsino, wo wir also von unten nach oben die folgende Schichtenfolge beobachten: Triasdolomit, Neocommergel und über diesen — jedoch nicht auf ihn gelagert — ragen im Nagyszikla wieder die Triasbildungen auf. Nach meinen Beobachtungen hüllen daher die Neocommergel die mächtige Triasmasse des klippenartig aufragenden Szidorzuges von

N, W und S mantelförmig ein, während sie diese im O frei lassen, da hier die starke Denudation nur noch Trümmer der ehemaligen Hülle übrig ließ.

Ebenso verhält es sich auch um die „Chocsdolomit“-Spitze des Csebrát. Der Dolomit der Csebrát-Spitze kann schon seiner Lagerung zufolge nicht auf Neocommergel liegender Neocomdolomit sein [1], da sonst die am östlichen Hang des Csebrát liegenden petrographisch identischen und ebenfalls nach S fallenden, jedoch viel tiefer liegenden Dolomit- und Kalkklippen des „Na Opukach“ nicht unter den Neocommergel hätten gelangen können, wie wir das tatsächlich aber beobachten können. Alle Dolomit- und Kalkschichten des Csebrát fallen, von wenigen lokalen Ausnahmen abgesehen, nach S ein und stimmen petrographisch mit den ähnlichen Bildungen des Baráthegy und Szidorzuges überein. Wir müssen daher annehmen, daß sämtliche Dolomit- und Kalkbildungen des Csebrát klippenartig aufragende Triasbildungen sind, die der Neocommergel, als bedeutend jüngere Bildung, bis zu einer gewissen Höhe mantelförmig von allen Seiten umgab.

Da ich aber in diesem Artikel die Altersfrage des „Chocsdolomites“ erörtern will, kann es nicht meine Aufgabe sein, hier meine endgültige Meinung über die komplizierten Lagerungsverhältnisse des Chocsdolomites auseinanderzusetzen, um so weniger, als die mehr-weniger spekulativen tektonischen Theorien leicht wechseln. Es gilt in dieser vielumstrittenen Frage noch immer: ad indices lis est!

Schließlich muß ich noch hinweisen auf die große, man kann sagen vollständige petrographische Übereinstimmung der Triasdolomite und -kalke aus der Umgebung von Rosenberg mit den von anderen Orten der Karpathen beschriebenen und zweifellos als triassisch bekannten Bildungen, was übrigens die Wiener Geologen schon betonten („Rekurrenzfazies“).

Meiner Meinung nach sind diese versteinerungsführenden Dolomite und Kalke mit jenen dunkeln Kalken und grauen Dolomiten des subtatrischen Teiles der Hohen Tatra identisch, die die anisische und ladinische Stufe der mittleren Trias vertreten. Dunkelgraue, von weißen Kalkspatadern durchsetzte Kalke, die den Gutensteiner und Reichenhaller Kalken entsprechen, bilden an vielen Orten die tieferen Horizonte dieser Kalke, während sie sonst an die Reiflinger Kalke erinnern und Hornsteinknollen enthalten. Bekanntlich erstreckt sich der Reiflinger Kalk nicht nur auf die anisische, sondern auch auf die ladinische Stufe, in den nördlichen Alpen bildet sie sogar eine Hauptfazies der ladinischen Stufe.

---

[1] Um von der zwischen ihnen vorhandenen Diskordanz gar nicht zu sprechen, da der Dolomit hauptsächlich nach S, der Mergel aber nach N fällt.

Letzteres wird auch für die Umgebung von Rosenberg durch einige für die ladinische Stufe bezeichnende Versteinerungen der angeführten Fauna wahrscheinlich, was wieder um so interessanter ist, als in der Trias der West- und Zentralkarpathen die ladinische Stufe bisher auf Grund von Versteinerungen nicht nachgewiesen war!

An Stelle des früher für neocom gehaltenen „Chocsdolomites" von triadischem Dolomit zu sprechen, hielt ich auf Grund eigener Beobachtungen im Jahre 1913 nur für die Umgebung von Rosenberg für richtig, doch betonte ich schon damals, daß wir es wahrscheinlich auch in anderen Gegenden der Karpathen mit ähnlichen Verhältnissen zu tun haben. Die Klärung und genaue Revision dieser Frage wird die Aufgabe der 1913 von der kgl. ung. Geologischen Reichsanstalt eingeleiteten geologischen Reambulation von Ober-Ungarn sein, damit wir in dieser verwickelten und viele Unklarheiten in sich bergenden Frage — die Gelegenheit zur Aufstellung zahlreicher Hypothesen, die hier näher nicht erörtert werden können (Überschiebungs-, Deckentheorie, wurzellose Decke usw.) bot und auch heute noch bietet — endlich klar sehen können!

Die von Dr. Julius Vigh und W. Goetel neuerdings erreichten und meine Beobachtungen bestätigenden Ergebnisse haben, wie wir sehen, außer für die Umgebung von Rosenberg auch für andere Orte der Karpathen endgültig entschieden, daß der sogen. „Chocsdolomit" nicht neocomen, sondern triadischen Alters ist! Wie bisher in den Alpen und im Bakony, werden bald auch in den Karpathen, glaube ich, bessere und lehrreichere Aufschlüsse, reicheres Versteinerungsmaterial, eingehendere und größere Gebiete umfassende Triasstudien die genauere, detaillierte Gliederung der Schichtenserie des sogen. „Chocsdolomites" ermöglichen.

Personalia.

Angenommen: Prof. Dr. **J. F. Pompeckj** in Tübingen den Ruf nach Berlin als Nachfolger von Geh. Bergrat Prof. Dr. W. Branca.

Zu früh und unerwartet verschied am 19. Dezember 1916 Herr **Maximilian Simon**, Doktor der Philosophie und Assistent der Chemie an der Universität Innsbruck. Geboren 1869 in Schönau-Teplitz maturierte er am Gymnasium in Böhmisch-Leipa und studierte an den Universitäten Prag und Innsbruck, wo er

sich auch noch der Lehramtsprüfung über Chemie und Naturgeschichte unterzog. Seine Publikationen betrafen die Chemie, Phyto- und Minerochemie, so die Dissertation über die Selencyanpropionsäure (Wiener Akad. Sitz.-Ber. **114**. 1905), die Untersuchungen über das Balanophorin (ebenda. **119**. 1910), dann über die Sodaeffloreszenzen im Haller Salzberg und ihre Genese (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1914. I. 1). Die umfangreiche Prüfungsarbeit bezog sich auf das Vorkommen und die Bildung der Soda in der Natur. Mit besonderem Interesse pflegte Simon die Mineralchemie, für welches Fach er sich auch habilitieren wollte. Im mineralogisch-petrographischen Institute war er ein eifriger Praktikant und bedachte dasselbe mit Metall- und Kristallpräparaten, sowie mit instruktiven Modellen von Klassenachsenkreuzen. Auch verfaßte er ein wertvolles Referat über die 1913-Exkursion zum Bergwerk Dirstentritt und zur Ehrwaldit-Lagerstätte. **A. Cathrein.**

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Frage nach der Zusammensetzung der Pyroxene.

Von C. Doelter.

G. Tschermak stellte 1871 die Theorie auf, daß tonerdehaltige Pyroxene aus den Silikaten:

$$Ca\,Mg\,S_2\,O_6, \quad Ca\,Fe\,Si_2\,O_6$$

und den sesquioxydhaltigen Silikaten:

$$Mg\,Al_2\,Si\,O_6, \quad Mg\,Fe_2\,Si\,O_6$$

bestehen, daher Ca kleiner als Mg plus Fe ist.

Diese Anschauung wurde dahin von mir und anderen erweitert, daß auch die Sesquioxydsilikate $Ca\,Al_2\,Si\,O_6$ und $Ca\,Fe_2\,Si\,O_6$ vorhanden sein können und daß manchmal, wie in den Fassaiten, ein Überschuß von $Ca\,Si\,O_3$ vorhanden ist, während A. Wahl wieder einen Überschuß von $Mg\,Si\,O_3$ nachwies.

Komplizierter sind die natronhaltigen Pyroxene. In diesen finden sich die Silikate $Na\,Al\,Si_2\,O_6$ und $Na\,Fe\,Si_2\,O_6$, welche ja sichergestellt sind. Es gibt aber auch Pyroxene, in welchen für diese letzteren Silikate nicht genügend Kieselsäure vorhanden ist, so daß man sich gezwungen sah, auch noch die Silikate $Na\,Al_2\,Si\,O_6$ bezw. $Na\,Fe_2\,Si\,O_6$ anzunehmen. Diese erweiterte Tschermak'sche Theorie enthält so viel Faktoren, daß die Berechnungen nicht leicht sind.

C. F. Rammelsberg nahm die damals unwahrscheinliche Anschauung an, daß die Silikate $R\,Si\,O_3$ mit $Al_2\,O_3$ und $Fe_2\,O_3$ gemengt seien, während A. Knop Aluminate $Mg\,Al_2\,O_4$ und $Mg\,Fe_2\,O_4$ annahm. Wie letzterer bereits bemerkt, ist dann der Unterschied zwischen der Theorie G. Tschermak's und Rammelsberg's mehr ein theoretischer, da das Silikat $Mg\,Al_2\,Si\,O_6$ zerlegt werden kann in $Mg\,Si\,O_3 + Al_2\,O_3$.

H. E. Boeke hat die Rammelsberg'sche Anschauung wieder neuerdings aufgestellt und durch statistische Daten gestützt.

Die neuerlichen Berechnungen von G. Tschermak zeigen, daß seine Forderung, daß bei Tonerde-Augiten $Mg > Ca$, in sehr vielen Analysen erfüllt ist.

Dagegen hat vor kurzem F. Zambonini[1] ebenfalls Berechnungen durchgeführt, welche seiner Ansicht nach zeigen, daß die Berechnung nicht den Tschermak'schen Ansichten, wonach

[1] F. Zambonini, Atti R. Accad. Napoli. **16.** (1914.)

$Ca < Mg + Fe$ sein muß, entspricht. Er stellt folgende Hypothese auf:

Die Augite bestehen aus:

1. Metasilikaten $\overset{II}{R}SiO_3$.

2. Aluminaten und aus $R\overset{III}{R}_2O_4$ oder $\overset{II}{R}SiO_3 \cdot n\overset{II}{R}\overset{III}{R}_2O_4$.

3. dem Silikat $\overset{III}{R}_2Si_3O_9$ oder aus $\overset{II}{R}SiO_3 \cdot n\overset{III}{R}(SiO_3)_3$.

Letzteres läßt sich auch als $R\overset{III}{R}_2(SiO_3)_4$ auffassen, wenn $n = 1$ ist. Diese Hypothese ist jedoch, wenn sie auch den Berechnungen entsprechen sollte, eine ziemlich komplizierte, wenn auch zugegeben wäre, daß diese Verbindungen selbständig existieren, bezw. nachgewiesen sind. Dagegen nimmt F. Zambonini für die rhombischen Pyroxene an, daß sie bestehen aus:

1. $\overset{II}{R}SiO_3$,

2. $\overset{II}{R}\overset{III}{R}_2O_4$ oder $\overset{II}{R}SiO_3 \cdot n\overset{II}{R}\overset{III}{R}_2O_4$,

3. $\overset{II}{R}(SiO_3)_2$ oder $\overset{II}{R}SiO_3 \cdot n\overset{III}{R}_2(SiO_3)_3$.

Doch bemerkt er, daß die dritte Komponente bisher in den rhombischen Pyroxenen nicht in Betracht kommt. Diese Hypothese ist jedenfalls nicht einfacher als die von G. Tschermak, sie ist auch nicht nachgewiesen.

Prüfung auf hypothetische Komponenten.

Diese kann nach folgenden Methoden durchgeführt werden:

1. Berechnung der Analysen auf Grund der Annahme solcher isomorpher Komponenten, welche dieselbe Valenzsumme zeigen (Methode von G. Tschermak).
2. Künstliche Darstellung der hypothetischen Komponenten.
3. Statistische Methode und Projektion vermittelst des Gibbsschen Dreiecks (Methode von O. Boeke).
4. Studium der entsprechenden Schmelzkurven, wobei sich die vermutete Verbindung in der Schmelzkurve durch eine Erhöhung anzeigt.

Jede dieser Methoden kann bis zu einer gewissen Grenze zu einem Resultat führen, aber bei Vorkommen von mehreren Komponenten wird eine einzige Methode meistens nicht zum Endziele führen. Es hat eben jede dieser Methoden für sich allein eine gewisse Unsicherheit. Am besten ist jedenfalls die Prüfung nach allen genannten Methoden, doch erweist sich leider auch dies nicht in allen Fällen als durchführbar.

Fehler der Analysen. — Es ist begreiflich, daß nicht alle Analysen als gleichwertig angesehen werden können. Es hat sich dies namentlich in älteren Zeiten, z. B. bei der Diskussion

der Plagioklasanalysen und Epidotanalysen, gezeigt, aus welcher hervorgegangen ist, daß die sorgfältigen Analysen von E. Ludwig gegenüber den fehlerhaften von A. Laspeyres und C. F. Rammelsberg allein imstande waren, die richtige Formel zu ergeben.

Indessen gibt es von den fraglichen Mineralien immerhin genügend gute Analysen, da in den letzten Jahrzehnten so viele gute Methoden ausgearbeitet worden sind, daß das individuelle Moment bereits eine geringe Rolle spielt. Daß man, wie G. Tschermak[1] mit Recht bemerkt, Schüleranalysen nicht als gleichwertig mit Analysen geübter Analytiker stellen kann, braucht nicht weiter ausgeführt werden. Ebenso ist es wohl allgemein anerkannt, daß, wie G. Tschermak ausführt, gerade bei Augit viele Kristalle durch Einschlüsse verunreinigt sind, daher den Analysen reiner Kristalle nicht gleichwertig sein können.

Nur ist die Ausscheidung von Analysen immer mit Schwierigkeiten verbunden, da ja nicht in allen Fällen über die Analysenmethode, über den Gang der Analyse und über die etwaigen Verunreinigungen Mitteilungen von verschiedenen Autoren gemacht wurden.

Auch können Analysen von demselben Fundort, auch wo exakte Analysen vorliegen, gewisse Unterschiede zeigen, da ja Einsprenglinge oft eine abweichende Zusammensetzung zeigen und als im Gestein befindliche auch an demselben Fundort sich gewisse Unterschiede in der Zusammensetzung zeigen können.

Eine Berechnung von Analysen, wofern es sich nicht um zwei oder drei oder mehr Komponenten von bekannter Formel handelt, sondern bei welchen nur die eine der Komponenten in reinem Zustande bekannt ist, bietet naturgemäß Schwierigkeiten, welche sich bei zunehmender Zahl der Komponenten vergrößert.

Eine Berechnung, welche bei zwei Komponenten, die bekannt sind, wie bei den Plagioklasen, mit größter Präzision durchgeführt werden kann, wird sogar bei drei bekannten Komponenten schon minder sicher sein. Ist aber unter solchen eine unbekannte, hypothetische Komponente, so kann immer nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit gerechnet werden. Nimmt man weitere hypothetische Komponenten, so wächst die Unsicherheit mit der Anzahl derselben.

Überblickt man die Analysen und deren Berechnung bei vielen Silikaten, so kommt man im allgemeinen zu dem Resultate, daß verschiedene Forscher, von ganz entgegengesetzten Ansichten ausgehend, immer eine gewisse Anzahl von Analysen für ihre Ansicht anführen können und daß die Berechnungen dieser ihre Ansicht stützen. Ich verweise nur auf die verschiedenen Ansichten über Turmalin.

[1] G. Tschermak, dies. Centralbl. 1915. p. 225; 1916. p. 1.

Aber selbst wenn die Berechnung eine einfache ist, wie bei Chlorit, wo nach G. Tschermak nur zwei Komponenten zugegen sind (die allerdings wieder in vier zerfallen, da MgO durch FeO vertreten werden kann), lassen sich noch verschiedene Möglichkeiten aufstellen.

Einfacher liegt die Sache z. B. bei Granat, wo es sich um Substitutionen von CaO, MgO, FeO oder Al_2O_3, Fe_2O_3, Cr_2O_3 handelt, wo außerdem die Komponenten im reinen Zustande bekannt sind. Hier ist, wie bei den Plagioklasen, Epidoten und anderen einfachen Fällen, eine genaue Berechnung möglich.

Wo es sich aber um hypothetische Silikate handelt, muß bei Gegenwart einer größeren Zahl solcher starke Unsicherheit eintreten.

Was speziell die Pyroxene anbelangt, so hat neuerdings G. Tschermak ausgeführt, daß eine Anzahl von Analysen seiner Hypothese entspricht, wie schon oben erwähnt. Viele Berechnungen von Augitanalysen, wie die von P. Merian, O. Mann, Piccini, C. Doelter und vielen anderen ausgeführten, beziehen sich auf Untersuchungen, bei welchen die Analytiker diese unter Annahme der erweiterten Tschermak'schen Theorie durchführten. Durch diese Erweiterung konnte die Berechnung einwandfrei durchgeführt werden. Es gibt aber auch eine Anzahl von Analytikern, welche betonen, daß auch auf diese Art die Berechnung mit der Theorie nicht stimmt. Es scheint gerade bei alkalihaltigen Pyroxenen, welche G. Tschermak und H. E. Boeke in ihren letzten Ausführungen nicht berücksichtigt haben, die Schwierigkeit groß. So sah man sich veranlaßt, auch das weitere, vielleicht recht unsichere Silikat $Na_2Al_2SiO_6$ einzuführen, um die Berechnung vornehmen zu können.

F. Zambonini hat zuletzt eine große Anzahl von Pyroxenanalysen berechnet und kommt zu einem entgegengesetzten Resultate als diejenigen Forscher, welche, wie ich, die erweiterte Tschermak'sche Theorie angenommen hatten. Er verwirft auf Grund seiner Analysenberechnungen die alte ursprüngliche Theorie G. Tschermak's völlig, und stellt die oben p. 186 erwähnte Theorie auf.

Daraus ist wohl ersichtlich, daß die Berechnung derselben Analysen von verschiedenen Forschern sehr verschieden gedeutet werden kann. Die Berechnungsmethode allein kann daher heute nicht unbedingt als entscheidend gelten.

Die Darstellung der Analysen durch die Dreiecksprojektion hat große Vorteile, weil sie gestattet, den Zusammenhang der Bestandteile in den einzelnen Analysen zu überblicken, woraus sich Schlüsse auf die Mischbarkeit ergeben. Man wird daher diese Methode nicht entbehren können. Es sei aber bemerkt, daß ein Fehler derselben oder eine Schwäche darin besteht, daß in der Dreiecksprojektion nur drei Bestandteile in die Rechnung einbezogen

werden können und daß z. B. H. E. BOEKE[1] nur auf CaO, MgO und Al_2O_3 Rücksicht nimmt, daß dagegen FeO und Fe_2O_3 unberücksichtigt bleiben, während wieder F. ZAMBONINI CaO und MgO zusammenzieht. Es scheint aber bei manchen derartigen Gruppen, gerade bei Pyroxen und auch bei Chlorit, ein Zusammenhang zwischen dem Reichtum an Sesquioxyden und an Eisenoxydul zu bestehen, welcher bei Anwendung dieser Methode nicht ausgedrückt werden kann. So habe ich bei den genannten beiden Gruppen die Wahrnehmung gemacht, daß die sesquioxydreichen Chlorite und auch die Pyroxene viel Eisenoxydul enthalten. Dies dürfte, wenn man die statistische Methode in Anwendung bringt, nicht vernachlässigt werden.

Es sind gerade im Pyroxen die wichtigsten Bestandteile FeO und Fe_2O_3 nicht immer in Rechnung gebracht worden, was ich als einen Fehler betrachte.

Die synthetische Methode, d. h. Darstellung der aus der Analyse berechneten hypothetischen Komponenten, ist jedenfalls eine der besten. Gelingt es, die aus den Analysen nach der TSCHERMAK'schen Methode berechneten theoretischen Komponenten darzustellen, so wird ein Einwand gegen ihre Existenz wohl hinfällig sein. Würde z. B. das Silikat $MgAl_2SiO_6$ herstellbar sein, so wäre die früher erwähnte Berechnungsweise wohl als nahezu sichere zu bezeichnen. Leider ist dies in vielen Fällen nicht möglich. Es frägt sich nun, ob die Fehlversuche zur Darstellung derartiger Komponenten dazu berechtigen, diese Komponenten als überhaupt nicht existierende zu betrachten. Meiner Ansicht nach ist dies nicht gerechtfertigt, wie einige Beispiele zeigen.

An der Existenz des Silikates $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$, dem reinen Grossularsilikat, kann, wie aus den Analysen hervorgeht, nicht gezweifelt werden. Auch ist die Verbindung synthetisch von A. GORGEU dargestellt worden. Sie ist aber aus reinem Schmelzfluß nicht herstellbar, und gelang es G. A. RANKIN[2], welcher das System $CaO—Al_2O_3—SiO_2$ untersuchte, nicht, das betreffende Silikat herzustellen, weil dasselbe bei seinem Schmelzpunkte unstabil ist. Ebenso gelang es ihm nicht, den Gehlenit darzustellen, wohl aus demselben Grunde.

Dies zeigt, daß die Nichtherstellung aus dem Schmelzfluß keinen Beweis abgeben kann für die Nichtexistenz der betreffenden Verbindung.

Ferner zeigen die Synthesen, daß manche Silikate rein nicht herstellbar sind, wohl aber, wenn eine Beimengung oft nur in geringer Menge isomorpher Bestandteile vorliegt. Viel wichtiger als

[1] H. E. BOEKE, Zeitschr. f. Krist. **53**. 445 (1914) und dies. Centralbl. 1915. 422.

[2] G. A. RANKIN, Zeitschr. f. anorg. Chem. **92**. 213 (1915)

die Schlüsse aus negativen Resultaten ist die Erprobung in diesem speziellen Falle, ob es möglich ist, den sog. Bisilikaten von der Formel $RSiO_3$ die Sesquioxyde R_2O_3 in variablen Mengen beizumengen und daraus Pyroxene darzustellen.

Es würde sich also um die Frage handeln, ob Tonerde und Eisenoxyd in den Silikaten $CaSiO_3$, $MgSiO_3$ oder in dem als Doppelsalz betrachteten Diopsidsilikat $CaMgSi_2O_6$ löslich sind und bis zu welcher Grenze dies der Fall ist. Dasselbe Studium müßte auch mit $MgAl_2O_4$ angestellt werden, da, wie wir sahen, diese Verbindung von A. Knop und neuerdings von F. Zambonini angenommen wurde. Es ist auch möglich, daß die letztere Untersuchung von größerem Werte ist, da doch aus den letzten Berechnungen von G. Tschermak zu schließen ist, daß bei natronfreien im allgemeinen $Ca < Mg + Fe$ ist.

Die Versuche von E. Fixek und von Vera Schumoff-Deleano haben aber ergeben, daß das Diopsidsilikat imstande ist, bis ca. 15 % Al_2O_3 oder auch Fe_2O_3 zu lösen.

Das Studium der Schmelzkurven ist dagegen nicht von Belang; allerdings müßte der Theorie nach jede Verbindung auf der Schmelzkurve ersichtlich sein. Die nähere Betrachtung der bisher untersuchten Schmelzdiagramme von zwei und auch von drei Komponenten zeigt aber, daß manche Verbindungen in dem Schmelzdiagramm nicht erscheinen, und zwar aus dem früher angeführten Grunde, weil sie instabil sind. So erscheint der Akermanit nicht in dem Schmelzdiagramm $CaO-SiO_2$, welches von L. Day[1] und Mitarbeitern untersucht wurde. Auch die Verbindung Ca_2SiO_4 zerfällt.

Man kann daher aus der Nichtbemerkbarkeit einer Verbindung in der Schmelzkurve daraus nicht den Schluß ziehen, daß diese überhaupt nicht existenzfähig sei.

Zusammenfassung.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Hypothese G. Tschermak's bei sehr vielen Analysen zutrifft. Doch ist dies auch bei der mir weniger wahrscheinlichen Hypothese von F. Zambonini der Fall. Selbstverständlich müssen auch die Analysen mit der Hypothese von C. F. Rammelsberg, bezw. H. E. Boeke, auflösbar sein, weil sich ja die Tschermak'schen Silikate in $RSiO_3 + R_2O_3$ auflösen lassen.

Daraus möchte ich schließen, daß ein Beweis für die eine oder andere Hypothese sich auf dem Wege der Rechnung nicht mit Sicherheit erbringen läßt und daß es sich nur um einen größeren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit handeln kann.

[1] L. Day und Mitarbeiter, Tschermak's Min. Mitt. 26. (1906.)

Ich halte es daher nicht für berechtigt, wenn sowohl H. E. Boeke als auch F. Zambonini aus ihren Berechnungen und statistischen Aufstellungen den Schluß ziehen, daß die Tschermak'sche Theorie erledigt sei. Tatsächlich sind Hunderte von Analysen nach der von mir erweiterten Theorie berechnet worden. Allerdings gilt dafür das oben Gesagte.

Andererseits läßt sich wegen der vorhin angeführten Gründe auch kein wirklicher Beweis für diese Theorie erbringen, weil die betreffenden Silikate nicht hergestellt werden konnten.

Da einerseits die Mischbarkeit von $Mg Si O_3$ mit $Ca Mg Si_2 O_6$ von E. T. Allen und P. White erwiesen war und andererseits die auf meine Initiative angestellten Versuche von E. Fixek und dann namentlich von V. Schumoff-Deleano den Beweis erbracht haben, daß das Diopsidsilikat imstande ist, bis ca. 15 % Tonerde zu binden, so ist auch die zweite Anschauung, wonach $R_2 O_3$ sich in fester Lösung befindet, möglich.

Beobachtungen über die Kristallisationsgeschwindigkeit in unterkühlten reinen Schmelzen.

Von **R. Nacken** in Tübingen.

Mit 6 Textfiguren.

Durch direkte Messung der Temperatur eines in seiner reinen unterkühlten Schmelze wachsenden Kristallpolyeders konnte ich[1] zeigen, daß im Innern des Kristalls und damit auch auf den ihn allseitig umgebenden, wachsenden Flächen die Temperatur des Schmelzpunkts nicht erreicht wird. Hierzu dienten 1—2 cm im Querschnitt messende Kristalle, in deren Mitte die Lötstelle eines Thermoelementes angebracht war. Sie wurden in die unterkühlten Schmelzen eingetaucht und sich selbst überlassen. Würde bei dieser Anordnung auf den Flächen, die den schwebend wachsenden Kristall allseitig umgeben, Schmelztemperatur geherrscht haben, so hätte sich diese auch im Innern einstellen müssen, zumal die Drähte des Thermoelements dünn waren und die Kristalle beträchtlich. Es stellte sich dagegen eine niedrigerere Temperatur ein, die mit verstärkter Unterkühlung sank, woraus geschlossen werden konnte, daß die wachsenden Flächen Schmelztemperatur nicht besaßen.

[1] R. Nacken. N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. II. 133 f.

In der Art der Versuche lag es, daß die dabei in Frage kommenden Temperaturgefälle zwischen den Flächen und dem Thermostatenbade, in dem sich die unterkühlten Schmelzen befanden, nicht erhebliche waren: etwa 0,5° für 1 cm. Diese Beobachtungen führten daher weiter zu der Folgerung, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit, die man als sog. lineare Kristallisationsgeschwindigkeit durch Messen der Verschiebungsgeschwindigkeit der Grenzfläche zwischen kristalliner und amorpher Phase an einem in einer dünnwandigen Kapillare befindlichen Schmelzfaden erhält, in der Tat von der Unterkühlung so abhängig ist, wie es die Messung ergibt: die Kristallisationsgeschwindigkeit wächst mit sinkender Temperatur, d. h. mit steigender Unterkühlung.

Bei dieser Methode, die besonders von G. Tammann, dessen Schülern und anderen [1] ausgebildet wurde, beträgt die Entfernung zwischen der wachsenden Fläche und der Badflüssigkeit nur etwa 1 mm, so daß also das Temperaturgefälle mindestens 10mal größer ist als bei meinen Versuchen. Es ist daher die Annahme nicht berechtigt, daß der Anstieg der K.-G. mit sinkender Temperatur nur ein scheinbarer sei, bedingt durch die in der Nähe der Schmelztemperatur herrschende unvollkommene Wärmeabfuhr, wodurch eine Wärmestauung und damit eine Verringerung der K.-G. eintrete, die schon hier ihren maximalen Wert erreichen könnte, falls die in jedem Momente produzierte Kristallisationswärme weggeführt werde.

In der Nähe der Schmelztemperatur ist aber diese Methode an sich schon unbrauchbar, da in den Röhrchen Verhältnisse herrschen, die sich der Beobachtung entziehen. In einem Gebiete A in unmittelbarer Nähe der Schmelztemperatur, auch noch im Gebiete B bei niedrigereren Temperaturen wird von dem kristallisierenden Stoff der Raum des Röhrchens nicht vollständig ausgefüllt, vielmehr wachsen durch die Schmelze Kristallfäden, deren Verlauf ein mehr oder weniger willkürlicher ist. Das wird am besten veranschaulicht durch eine von G. Tammann [2] mitgeteilte Figur, die in Fig. 1 wiedergegeben ist. Fig. 1 a zeigt, wie sich im mittleren Teil des Gebietes B, und Fig. 1 b, wie sich im Anfang des Gebietes C die Kristallfäden zu den Rohrwandungen stellen. Gebiet C entspricht den Unterkühlungsgraden, bei denen die K.-G. von der Temperatur praktisch unabhängig ist. Hier herrscht eine maximale K.-G. Die Fäden wachsen im Rohrlumen an allen Stellen gleich schnell und so entsteht eine gleichartige, genauer bestimmbare Grenzfläche. Anders liegen die Verhältnisse in den Gebieten A und B. Schon Fig. 1 a zeigt, daß im Innern des Rohres nicht so viele Kristallfäden wachsen, wie an den Wandungen; in erhöhtem

[1] Vergl. die Literatur bei R. Nacken, a. a. O. p. 133.

[2] G. Tammann, Kristallisieren und Schmelzen. Leipzig 1903. p. 134.

Maße ist das der Fall bei Versuchen unmittelbar unterhalb der Schmelztemperatur im Gebiet A, wo außerdem der Einfluß von Verunreinigungen ein erheblicher ist. —

Im weiteren Verfolg meiner Beobachtungen habe ich versucht, einen Einblick in die in diesen Gebieten sich abspielenden Kristallisationsvorgänge zu bekommen. Hierzu wurden Messungen der K.-G. ausgeführt, bei denen sich das Präparat zwischen zwei Deckgläschen eingeschlossen befand. Um die Temperatur konstant erhalten zu können, wurde es in die Mitte einer kleinen Wasserkammer eingeschlossen. Durch diese mit Glasfenstern versehene Küvette wurde

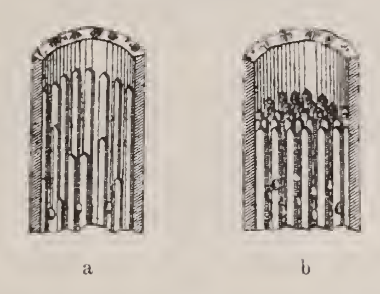


Fig. 1. Bildung von Kristallfäden bei der Kristallisation von Schmelzen innerhalb dünnwandiger Kapillaren. Nach G. Tammann.

mit einer Flüssigkeitspumpe ein Wasserstrom geschickt, der in einer Minute etwa drei Liter Wasser lieferte. Die Temperatur im Innern wurde durch einen Anschützthermometer kontrolliert, wobei sich zeigte, daß bei dieser Strömungsgeschwindigkeit ein Unterschied zwischen den Temperaturen des Wassers in der Küvette und des Thermostaten nicht bestand. Da im Thermostaten die Temperaturschwankungen nicht mehr als $0{,}01^0$ betrugen, so konnten sie auch in der Kammer nicht mehr ausmachen.

Die Küvette war auf einem Mikroskoptisch befestigt, dessen Kreuzschlittentisch jede Verschiebung gestattete. Die Verschiebungsgeschwindigkeiten von Flächen oder Kanten wurde mit einem Okularmikrometer bestimmt, bei dem ein Teilstrich 0,017 mm entsprach. Durch Winkelmessung konnte die kristallographische Natur der wachsenden Fläche oder der sich verschiebenden Kante ermittelt werden.

Als ein für die Versuche geeigneter Stoff erwies sich das schon früher studierte Salol ($C_6H_5-CO_2-C_6H_4OH$), das nach R. Anschütz[1] ohne Zersetzung weit über seinen Schmelzpunkt erhitzt werden kann. Sein niedriger Schmelzpunkt, sowie kleine K.-G.

[1] R. Anschütz, Liebig's Ann. d. Chem. **273**. 82. 1892.

und geringes spontanes Kristallisationsvermögen sind weiterhin von Vorteil.

Nach G. Wyrouboff[1] und L. Milch[2] kristallisiert Salol rhombisch bipyramidal in den Formen der Fig. 2 mit a {001}, b {010}, o {111}, p {212}, m {110}. Als Achsenverhältnis ergab sich a : b : c = 0,9684 : 1 : 0,6971.

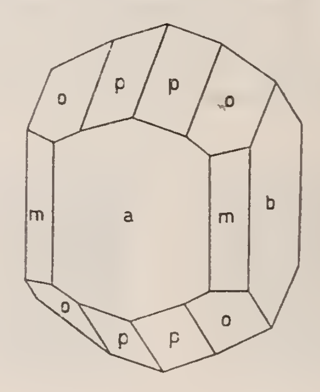


Fig. 2. Salol ($C_6H_5—CO_2—C_6H_4OH$).

Die Zahlenwerte einiger Winkel, die für die Orientierung unter dem Mikroskop in Betracht kommen, sind folgende: die inneren Flächenwinkel p/p mit 148° 32′, o/o mit 121° 18′, die Winkel zwischen den Kanten von p in der Achsenebene a c mit 108° 30′ bei c, bezw. 71° 30′ über a. Die Flächen m bilden einen rhombischen Querschnitt mit den Winkeln 88° 10′ an der b-Achse, mit 91° 50′ an der a-Achse.

a) Bestimmung der Schmelztemperatur.

Die Herstellung des reinen Materials mußte mit großer Sorgfalt ausgeführt werden, da der Einfluß von Verunreinigungen, besonders in der Nähe vom Schmelzpunkt, erheblich ist. Zunächst wurde aus Alkohol eine größere Menge umkristallisiert und im Exsikkator längere Zeit getrocknet. Das Produkt wurde geschmolzen und einige Stunden bei 70—80° erhalten, damit leichter flüchtige Bestandteile verdunsten konnten. Schließlich wurde die Schmelze durch fraktionierte Kristallisation in dem von mir[3] früher beschriebenen Apparat gereinigt, indem mehrere einzelne große Kristalle langsam gezüchtet wurden, die wieder aufgeschmolzen zur

---

[1] G. Wyrouboff, Bull. soc. min. France. **12**. 444. 1889.

[2] L. Milch bei R. Anschütz, a. a. O.

[3] R. Nacken, N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. II. 146.

Herstellung des Materials dienten, aus dem die Präparate selbst gewonnen wurden. Es war das ein klarer Kristall, von dem ein Bruchstück zwischen zwei Deckgläsern geschmolzen wurde. Die zwischen den Deckgläsern befindliche, etwa 0,1 mm dicke Schmelzschicht wurde, nachdem die Kristallisation eingeleitet war, durch Eintauchen der Gläschen in flüssigen Siegellack allseitig abgeschlossen. Auf diese Weise gelang es, Präparate herzustellen, die bis zum Schmelzpunkt Schmelzerscheinungen nicht zeigten. Bei der Kristallisation treten meist kleine Bläschen auf, die beim Schmelzen wieder verschwinden. Es konnte nicht entschieden werden, ob es durch Kontraktion bedingte Hohlräume waren, oder ob die Substanz im flüssigen Zustand Gase zu absorbieren vermag, die bei dem Übergang in den kristallisierten Zustand wieder frei werden.

Die Bestimmung der Übergangstemperatur läßt sich bei diesem Stoff mit kleiner K.-G. am sichersten bei steigender Temperatur ermitteln. Hierzu wurde das Wasserbad auf etwa 40^0 erhitzt und der Wasserstrom durch die Kammer geleitet. Das Präparat zeigt noch keine Anzeichen des Schmelzens. Nun erwärmt man den Wasserstrom, der zu diesem Zweck durch ein vor der Kammer eingeschaltetes Messingrohr läuft, so weit, bis die zwischen den Deckgläsern befindliche Substanz bis auf wenige Bruchstücke aufgelöst ist. Es bleiben hierbei zunächst unregelmäßig gestaltete Fragmente übrig, die aber im Wasserstrom von 40^0 schnell zu scharf begrenzten einzelnen Individuen ausheilen, wie sie in Fig. 3 zu erkennen sind. Am stärksten ist Pinakoid b $\{010\}$ entwickelt, das sich parallel zu den Deckgläsern stellt. Die Flächen des Pinakoids a $\{100\}$ sind, wenn die Kristalle vor dem Aufschmelzen groß waren, stark entwickelt. Die Messung des Winkels zwischen n n ergibt $108\frac{1}{2}^0$, es können diese Gebilde daher entweder einem Prisma n $\{101\}$ angehören, oder sie sind, was wahrscheinlicher ist, die Spur der Kanten zwischen den Flächen p oder o. Der innere Flächenwinkel ist bei p nicht sehr von zwei Rechten verschieden; auch die Neigung von zwei o-Flächen zueinander ist unter dem Mikroskop schwer zu erkennen. Da nun an schwebend im Schmelzfluß gebildeten Kristallen stets ausgeprägt die Flächen der Pyramide p vorkommen, so ist wohl die Annahme dieser Flächenart auch hier berechtigt.

Diese Ausbildungsweise der unter den Deckgläsern entstandenen Kristalle tritt fast stets in die Erscheinung. Es hängt das damit zusammen, daß die K.-G. in Richtung der b-Achse einen kleinsten Wert besitzt. Daher bilden sich bei geringer Unterkühlung Kristallblättchen mit ausgedehnter Fläche (010). Häufig liegen die Blättchen zu den Deckgläsern geneigt, es entstehen dann keilförmige Partien, die sich durch die im polarisierten Licht auftretenden Interferenzstreifen kenntlich machen. Die Berührung mit einem zweiten

Kristall bewirkt häufig eine Geradrichtung und dann tritt eine plötzliche Ausheilung ein.

Wird der in Fig. 3 abgebildete Kristall langsam erwärmt, so verändert er sich praktisch nicht, erst bei 41,75° erfolgt in Richtung der c-Achse Abrundung, die sich schnell vergrößert. Ab-

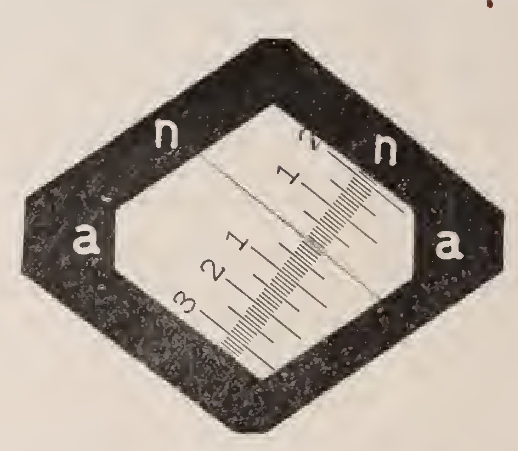


Fig. 3. Salolkristall zwischen Deckgläsern. a {100}: n Kante von {010} mit {212}; {010} parallel zur Zeichenebene. Gekreuzte Nicols.

rundung tritt auch an den Ecken zwischen a und den Kanten n auf, während sich diese selbst, a und n, parallel mit sich selbst nach der Mitte zu verschieben.

Dieser Vorgang tritt sehr scharf auf, so daß zwischen einzelnen Beobachtungen, wenn die Erwärmungsgeschwindigkeit etwa 0,1° in 5 Minuten beträgt, Temperaturabweichungen nicht beobachtet werden konnten.

Bei der Abkühlung ist die Reaktion ebenfalls recht scharf, wenn auch die Temperatur, bei der die Kristallisation merklich wird, etwas niedrigerer liegt, als dem Schmelzbeginn entspricht. Bei 41,7° ist aber schon ein kräftiges Wachsen des Kristalls an den gerundeten Ecken und Kanten zu konstatieren. Es bilden sich besonders senkrecht zur c-Achse kleine Flächen aus, die schnell weiterwachsen, und da die benachbarten Flächen praktisch nicht wachsen, schnell verschwinden.

Ein Einfluß der Glasflächen auf die Höhe der Schmelztemperatur konnte nicht beobachtet werden. Ein größeres Kristallbruchstück schmolz, eingeschlossen in ein Glasrohr, unter den gleichen Bedingungen im Thermostatenbade etwas über 41,7° und war bei 41,8° völlig flüssig geworden. Umgekehrt zeigte sich bei der Abkühlung bei 41,7° Flächenbildung.

Eine andere Erscheinung, die zur Bestimmung des Übergangspunktes sehr geeignet war, war das Auftreten von Schmelzfiguren. Bei den Schmelzerscheinungen des Albits konnte ich[1] früher den gleichen Vorgang beobachten. An willkürlichen Stellen treten im Präparat Flecken auf, die sich durch die geänderte Interferenzfarbe verraten und die schließlich, wie es Fig. 4 zeigt[2], zu Löchern werden, die sich bei langsam steigender Temperatur sofort mit ebenen Flächen bedecken, bei sinkender krumme Flächen als Begrenzung erhalten, die sich durch eine große Wachstumsgeschwindig-

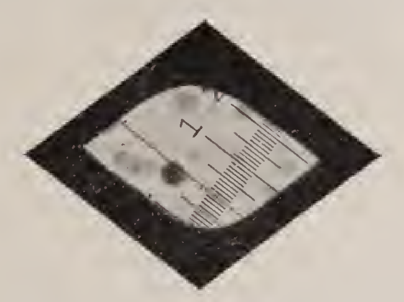


Fig. 4. Schmelzfigur auf {010}; Salol.

keit auszeichnen, so daß sich die Öffnungen bei der geringsten Unterkühlung schließen. Ihr Entstehen möchte ich auch hier wieder zurückführen auf geringe Verunreinigungen, die den Schmelzprozeß an einigen Stellen schon früher einleiten. Eine bestimmte Gesetzmäßigkeit, ähnlich wie bei Kristallisationszentren, konnte nicht beobachtet werden. Da diesen Gebilden eine große Veränderlichkeit mit der Temperatur zukommt, so ist ihre Beobachtung zur scharfen Bestimmung der Schmelztemperatur besonders geeignet.

b) Abhängigkeit der Wachstumsgeschwindigkeit einiger Flächenarten von der Unterkühlung.

Eine Erscheinung, die bei den eben beschriebenen Versuchen vor allem ins Auge fällt, ist der kräftige Unterschied im Wachsen der verschiedenen Flächenarten; während einige ein Fortschreiten praktisch nicht erkennen lassen, besitzen andere bedeutende Geschwindigkeiten. Die Möglichkeit, nach der oben beschriebenen Methode einzelne Kristalle herstellen zu können, deren Orientierung leicht zu ermitteln ist, legt es nahe, genauere Messungen über die Geschwindigkeiten einzelner Flächenarten auszuführen, die bisher noch nicht angestellt worden sind.

---

[1] R. Nacken, dies. Centralbl. 1913. 328.

[2] In der Wiedergabe sind diese Flecken nur undeutlich zu erkennen.

Bei der Ausführung wurde durch langsame Kristallisation zwischen den Deckgläsern ein möglichst großes Individuum hergestellt. Hierdurch wurden etwa vorhandene Verunreinigungen zur Seite gedrängt, so daß sich nach dem Aufschmelzen an der Stelle des Kristalls reine Schmelze befand. Die Messungen erfolgten dann so, daß der Wasserstrom auf der Beobachtungstemperatur konstant erhalten wurde und nach dem teilweisen Aufschmelzen die Verschiebungsgeschwindigkeiten der Flächen oder Kanten mit einem Mikrometer bestimmt wurden.

Unmittelbar unterhalb der Schmelztemperatur zeigt ein Kristallfragment, das in Richtung der c-Achse und der a-Achse Abrundungen besitzt, deutlich Ausheilen der runden Flächen; es entstehen scharfkantige Gebilde mit den Flächen c $\{001\}$ und a $\{100\}$. In Richtung der c-Achse ist die Geschwindigkeit bei $41,5^0$ schon so erheblich, daß sie an der rasch verschwindenden, meist kleinen Fläche nur schwer zu etwa 100 Teilstrichen in der Minute ermittelt werden konnte. Da 1 Teilstrich 0,017 mm beträgt, sind das etwa 1,5 mm in 1 Minute. Die Fläche a zeigt hierbei keine Verschiebung, auch innerhalb einer Stunde nicht. In noch höherem Grade gilt das für das Fortschreiten der Kanten n. Dies Geschwindigkeitsverhältnis bleibt bestehen bei erhöhter Unterkühlung. In Richtung der c-Achse bekommt z. B. bei $40,8^0$ die Verschiebungsgeschwindigkeit einen solch großen Wert, daß sie unter den vorliegenden Bedingungen nicht mehr ermittelt werden konnte, sie übersteigt jedenfalls 100 Teilstriche, d. h. ca. 2 mm in 1 Minute. Auch die Fläche a $\{100\}$ zeigt hier schon merkbare Geschwindigkeit, etwa 0,3 Teilstriche in 1 Minute. So kommt es, daß nach einiger Zeit beide Flächen an dem Kristall verschwunden sind und nur noch als Begrenzungsflächen neben dem Pinakoid b die der Bipyramide p (vielleicht o?) übrig sind. Erst langdauernde Versuche zeigen, daß auch diese Kanten sich verschieben; etwa 0,1 Teilstrich wird in 3 Stunden überschritten, das sind nur 0,0017 mm.

Diese starken Größenunterschiede bedingen das eigentümliche Verhalten der Kristallfragmente beim Wachsen. Sind noch abgerundete Kanten oder die Flächen a und c vorhanden, so sieht man in der unterkühlten Schmelze lebhafte Kristallisation, die im Momente, da diese Partien verschwunden sind, aufhört. Besonders auffällig wird dies, wenn ein großer einheitlicher Kristall aufgelöst wurde und nachher an dessen Stelle ein kleinerer entsteht, der trotz der bestehenden Unterkühlung scheinbar nicht weiterwächst, da erst nach langer Zeit die Größe des ersten Kristalls erreicht wird. Man hat den Eindruck, als würde die Kristallisation ruckweise unterbrochen. Die Annahme, daß die Kristallisation durch freiwerdende Wärme gehemmt würde, läßt sich hier in keiner Weise machen. Müßten dann doch gerade die schnellwachsenden

Flächen Störungen erleiden. Nach dem oben Gesagten muß man aber hier, bei den Versuchen zwischen Deckgläsern, annehmen, daß die Temperatur der wachsenden Grenzflächen nicht wesentlich von der des Bades abweicht.

Welchen Einfluß Kapillarkräfte, durch die Glasflächen bedingt, besitzen, entzieht sich der Beurteilung, auch ob er für alle Flächenarten gleich ist. Wenn sie auftreten, so dürften sie in der Nähe des Schmelzpunktes ihre größte Bedeutung haben, bei stärkeren Unterkühlungen stimmen die zwischen Deckgläsern ermittelten Werte mit denen in Röhrchen bestimmten überein.

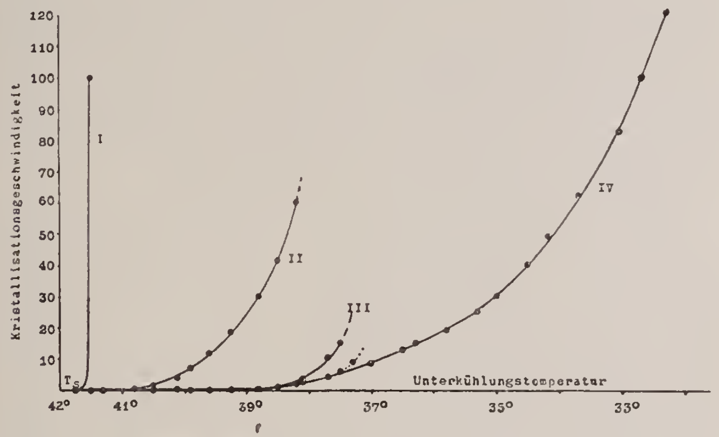


Fig. 5. Abhängigkeit der Kristallisationsgeschwindigkeit (in Teilstrichen = 0,017 mm/min) von der Unterkühlungstemperatur für verschiedene Flächenarten eines Salolkristalls.

Kurve I für c {001}; Kurve II für a {100}; Kurve III für ? {101}; Kurve IV für die Kante der Flächen p {212} und b {010}.
T_s Schmelztemperatur von Salol 41,75° C.

Verfolgt man das Verhalten der verschiedenen Flächenarten bei stärkeren Unterkühlungen, so erhält man Zahlen, die, wie es Fig. 5 zeigt, ausgezeichnet durch Kurven darstellbar sind. Die Zahlenwerte selbst sind gut reproduzierbar, wenn nur die gleichen Temperaturen eingehalten werden. Verschiedene Präparate zeigen sich ganz übereinstimmend, was besonders bemerkenswert ist, da doch erhebliche Vergrößerungen angewandt wurden.

Bei allen der Untersuchung zugänglichen Flächen oder Kanten zeigte sich ein kräftiger Anstieg der K.-G. mit der Unterkühlung. Die entsprechenden Werte sind in der Tabelle mitgeteilt. —

Bei 41° ist die Geschwindigkeit der Fläche c so erheblich, daß sie fast unmittelbar nach dem Aufschmelzen wieder verschwindet. Die Abhängigkeit der K.-G. von c ist durch Kurve I dargestellt.

In ähnlicher Weise schnell steigt die Geschwindigkeit für die Fläche a mit sinkender Temperatur an. Oberhalb 41° ist ihre Verschiebung noch langsam, so daß eine Kombination mit a lange Zeit bestehen kann. Unter dieser Temperatur wird sie aber bald bemerklich, und bei 40° wird schon die Geschwindigkeit von ca. 5 Teilstrichen in der Minute erreicht. Die Fläche a bleibt infolge ihrer größeren Ausdehnung länger bestehen als c, so daß ihre Verschiebung gut zu messen ist. Mit steigender Unterkühlung erfolgt aber dann bald ein rasches Anwachsen. Bei 38,2° beträgt die Geschwindigkeit schon 60 Teilstriche, bei 38° etwa 85, um bei noch stärkeren Unterkühlungen Werte anzunehmen, die nicht mehr bestimmbar waren. Ihre Verschiebungsgeschwindigkeit beträgt dann also schon ca. 2 mm in der Minute. Die Kurve II zeigt die Änderung der Geschwindigkeit mit der Temperatur.

Erst von 39° ab beginnt die Verschiebung von n bemerklich zu werden. Wie schon oben erwähnt, läßt sich unter dem Mikroskop nicht mit Sicherheit entscheiden, welche Flächenart hier beobachtet wird. Einige Erscheinungen deuten darauf hin, daß mitunter verschiedene Flächen die Grenze bilden und sich gegenseitig ablösen. Man beobachtet nämlich besonders bei kleinen Unterkühlungen mehrere Geschwindigkeiten, von denen die eine fast doppelt so groß ist wie die andere. Die größere zeigt sich dann, wenn die Begrenzung scharf ist und deutlich gerade. Vielleicht ist es die Fläche {101}, die hier vorübergehend auftritt. So wurden bei 37,5° anfänglich 15 Teilstriche in 1 Minute durchlaufen, während die spätere Messung am gleichen Kristall nur 6 Teile ergab. Auch bei höheren Temperaturen läßt sich dieser Unterschied beobachten (Kurve III).

Bei tieferen Temperaturen findet man diese Unterschiede nicht mehr. Die schneller wachsende Fläche verschwindet zu rasch, um Störungen zu verursachen, so daß man nur eine einheitliche K.-G. erhält. Kurve IV gibt eine Anschauung, wie die Kante der Flächen p sich verschiebt. Liegt hier wirklich die Fläche p {212} vor, so findet man die Normalengeschwindigkeit dieser Fläche, indem man die Werte mit cos 15° 44′ multipliziert, sollte o {111} die entsprechende Fläche sein, so wäre mit cos 29° 30′ zu multiplizieren (vgl. die Tabelle).

Der Anstieg der K.-G. ist hier etwas langsamer als wie bei den übrigen Flächen, aber trotzdem ein schneller; die Kurve IV zeigt den charakteristischen Verlauf mit sinkender Temperatur. Jedenfalls sind diese Pyramidenflächen auch die Begrenzungsflächen bei der Kristallisation in Röhrchen. Somit läßt sich ein Vergleich

Unterkühlungstemperatur	I	II	III	IV	V	VI
41,5°	ca. 100	< 0,1	—	—	—	—
41,3	> 120	< 0,1	—	—	—	—
40,8	—	0,3	—	—	—	—
40,5	—	1,5	—	—	—	—
40,1	—	4	—	—	—	—
39,9	—	7	—	—	—	—
39,6	—	12	—	—	—	—
39,25	—	18,5	ca. 0,1	ca. 0,1	—	—
38,8	—	30	1?	1	0.96	0,87
38,5	—	41,5	1?	1	0,96	0,87
38,2	—	60	?	2	1,9	1.74
38,1	—	> 70	4	3	2,8	2,61
37,7	—	—	11	4	3,8	3,48
37,5	—	—	15	6	5,7	5.22
37.3	—	—	—	9?	—	—
37,0	—	—	—	9	8,6	7,83
36,5	—	—	—	13	12,50	11,31
36.3	—	—	—	15	14,25	13.05
35,8	—	—	—	19	18,27	16.53
35,3	—	—	—	25	24,0	21,75
35,0	—	—	—	30	28,8	26,1
34.5	—	—	—	40	38,5	34,8
34,2	—	—	—	49	47,1	42,6
33,7	—	—	—	62	59,6	53.9
33,05	—	—	—	82	78,8	71,3
32,7	—	—	—	99	95,1	86,1
32,3	—	—	—	120	115,4	104,4

Bemerkungen zur Tabelle: Die K.-G. ist in Teilstrichen (= 0,017 mm) pro Minute angegeben: I für die Flächen c {001}; II für a {100}; III für ? {101}; IV für die Kante von {212} und {010}; V enthält die Werte von IV mit cos 15° 44′ multipliziert entsprechend einer Fläche p {212}; VI dasselbe mit cos 29° 30′ multipliziert entsprechend einer Fläche o {111}.

anstellen mit den Beobachtungen anderer. H. A. Wilson[1] erhielt bei seinen Versuchen in Röhrchen von 0,2 cm Durchmesser bei 34,3° 1,10 mm/min, bei 33° 1,62 mm/min als Geschwindigkeit. Aus meiner Kurve interpoliert sich für 43,3° allerdings weniger, etwa 0,74 mm/min, dagegen für 33° 1,53 mm/min, ein Wert, der dem von Wilson bestimmten nahekommt. Berücksichtigt man, daß in den Röhrchen, wie es oben auseinandergesetzt wurde, wenig übersichtliche Verhältnisse herrschen, so ist die Übereinstimmung recht befriedigend.

[1] H. A. Wilson, Phil. Mag. 5. Ser. **50**. 242. 1900.

Die Versuche unter dem Mikroskop lassen nun auch noch erkennen, daß bei verstärkten Unterkühlungen die Erscheinungen immer weniger klare werden. Schon von 39⁰ ab und häufig bei niedrigeren Temperaturen treten, besonders wenn das Präparat längere Zeit sich selbst überlassen war, scheinbare Geschwindigkeitsänderungen auf. Die Kristalle bleiben nicht mehr einfach bei längerem Wachsen. Es bilden sich neue Kerne, aus denen dann mit beträchtlicher Geschwindigkeit Kristalle entstehen, da zunächst Flächen mit schnellem Wachstum sie begrenzen. Erst später, wenn nur noch die langsam wachsenden Flächen übrig sind, tritt die der Kurve IV entsprechende Geschwindigkeit auf. Da nun diese Erscheinung sich häufig wiederholt, so erhält man den Eindruck einer rhythmisch sich verändernden K.-G. In Fig. 6 ist ein Vor-

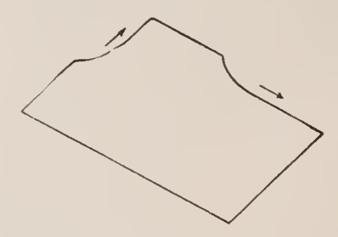


Fig. 6. Beschleunigung der Kristallisation durch Entstehung von krummen Flächen mit großer Wachstumsgeschwindigkeit.

gang gekennzeichnet, der sehr häufig auftritt. An einer Ecke des Kristalls bildet sich eine konkave Fläche aus, die mit einer Geschwindigkeit von mehr als 100 Teilstrichen in der Minute in der Pfeilrichtung sich verschiebt. Hierdurch wird mit einer ganz anderen Schnelligkeit eine scheinbare Normalenverschiebung von n bewirkt, als wenn die Kristallisation ungestört erfolgte. Je stärker die Unterkühlungen sind, um so häufiger treten diese Erscheinungen auf. Schließlich führt die spontane Kernbildung zu einer überhasteten Kristallisation. Eine ruhige gesetzmäßige Anlagerung der Substanz an die vorhandenen Kristalle findet nicht mehr statt und damit wird die Messung nicht mehr möglich. Die Messungen ließen sich bis ca. 32⁰ ausdehnen; bei 32,3⁰ herrscht eine Geschwindigkeit von 120 Teilstrichen, das sind 2 mm in 1 Minute. —

Es besteht bei der oben beschriebenen Versuchsanordnung wohl kein Zweifel, daß der zwischen den Deckgläsern wachsende Kristall in allen seinen Teilen, also auch seine sich verschiebende Fläche, die Temperatur des umgebenden Bades praktisch besitzen wird. Somit bestätigen diese Versuche für Salol die schon früher ausgesprochene Ansicht, daß die K.-G. mit wachsender Unterkühlung ansteigt und daß dieser

Anstieg kein scheinbarer ist, bedingt durch mangelhafte Wärmewegfuhr. Welchen Einfluß die von den Flächen der Gläser ausgeübten Kapillarkräfte besitzen, läßt sich zunächst nicht angeben, da eine andere Methode zur Beobachtung nicht existiert; doch wird er wohl bestehen, da er sich ja bei Versuchen mit fließenden Kristallen deutlich zeigt. Im Gegensatz zu früheren Versuchen[1], bei denen die Wärmeentziehung bei den wachsenden Kristallen nur durch die kristalline Phase hindurch erfolgte und die Schmelze stets auf Schmelztemperatur erhalten wurde, müssen sich hier unmittelbar unter der Schmelztemperatur Kristallflächen ausbilden, da sich beide Phasen in unterkühltem Zustand befinden und außerdem hier das Temperaturgefälle viel größer ist. Es konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob Kristalle, wie sie Fig. 4 zeigt, ganz in der Nähe des Schmelzpunktes an den gerundeten Stellen in Richtung der c-Achse weiterwachsen unter Beibehaltung der runden Konturen, wenn auch Andeutungen dafür vorhanden zu sein schienen.

Tübingen, Mineral.-petrograph. Institut der Universität.

Über Dinosaurier.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Der Zweck der folgenden Zeilen ist, einige an verschiedenen Dinosauriern gemachte Beobachtungen in Zusammenhang zu bringen und teilweise auch von einer neuen Seite zu beleuchten.

Dem durch die Militärpflicht des Verfassers bedingten vorläufigen Charakter dieser Notizen entsprechend soll hier sowohl ein historisches Resumé der einzelnen zu erörternden Punkte, als auch eine Übersicht der Erklärungsversuche, die sich an manches knüpften, entfallen. Durch die äußeren Umstände ist auch die stilistische Kürze einiger Teile dieser Notizen bedingt worden, denn es ist ja selbstverständlich, daß vieles nur mit einem Worte angedeutet werden konnte; namentlich gilt dies für den ersten Teil.

Die einzelnen im folgenden zur Besprechung gelangenden Punkte betreffen erstens die Systematik der Dinosaurier, wobei verschiedene von mir an den Originalstücken der einzelnen Genera

---

[1] R. Nacken, N. Jahrb. f. Min. etc. 1915. II. 145.

gemachte Beobachtungen miteingeflochten werden, zweitens den Riesenwuchs der Dinosaurier, drittens die Natur der vielbesprochenen Pubis der Orthopoden.

1. Notizen über die Systematik der Dinosaurier.

Über die Systematik der Dinosaurier im allgemeinen und im besonderen gehen die Ansichten noch immer auseinander. Seit Baur in 1895 zum ersten Male die Existenzberechtigung des Ausdruckes Dinosaurier in Zweifel gezogen hat, sind diesbezügliche Ansichten zu wiederholten Malen geäußert worden. Das Verdienst, erkannt zu haben, daß alle bis dahin als Dinosaurier beschriebenen Tiere in zwei Hauptgruppen zerfallen, die sich durch den Bau ihres Beckens unterscheiden, gebührt Seeley. Marsh' Dreiteilung hat sich, zumal nach Huene's Nachweis, daß die Sauropoden nur einen Teil der Saurischia bilden, als unhaltbar erwiesen. Jaekel's neue Namen für die beiden Ordnungen der Dinosaurier lehne ich ab und glaube bei den Namen Saurischia und Orthopoda bleiben zu müssen. Neuester Zeit hat sich auf Grund der Seeley'schen Einteilung die Tendenz entwickelt (8)[1], auf den Begriff Dinosaurier überhaupt zu verzichten. Ein völliges Fallenlassen des Namens Dinosaurier scheint mir nicht angezeigt. Wie Huene (N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVII. p. 585) ganz richtig betont, zeigen die konservativen Teile des Dinosaurierskelettes weitgehende Ähnlichkeit. Speziell der Hirnschädel erinnert an jenen der Vögel, Pseudosuchier und Parasuchier. Eine Ähnlichkeit mit jenem der Eusuchier vermag ich freilich nicht zu konstatieren. Anderseits zitiert Huene (l. c. p. 587) als Beispiel besonders weitgehender, aber offenbar dennoch nicht zu systematischer Vereinigung berechtigender Konvergenz die Ähnlichkeit zwischen Parasuchiern und Krokodiliern. Ich glaube, daß es nicht statthaft sein kann, einerseits die Parasuchier und Krokodile trotz sonstiger Ähnlichkeit wegen der Verschiedenheit ihres Schädels, Beckens und Schultergürtels zu trennen, die beiden Hauptgruppen der Dinosaurier, nämlich Saurischia und Orthopoda, aber trotz der Ähnlichkeit ihres Schädelbaues und Schultergürtels wegen sonstiger Differenzen nicht zu vereinen.

Auch vom phylogenetischen Standpunkte läßt sich das Fallenlassen des Namens Dinosaurier nicht empfehlen, denn damit nehmen wir uns die Möglichkeit, der Tatsache Ausdruck zu verleihen, daß die Saurischia den Orthopoden viel näher stehen als etwa den Krokodiliern, Pterosauriern oder Vögeln. Gemeinsam ist

---

[1] Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Literaturverzeichnis.

den Orthopoden und Saurischiern — aber im Gegensatze zu Krokodiliern und Pterosauriern eben nur ihnen —, daß sich im Laufe der Entwicklung bei ihnen mehrfach Charakterzüge entwickeln, die man sonst nur bei den Vögeln antrifft. Als vogelartige Eigenschaften, deren Entstehung sich schon deshalb nicht bloß auf mechanische Anforderungen an den Skelettbau zurückführen lassen, weil sie bloß in der einen oder anderen Gruppe der Dinosaurier vorkommen, sind aufzufassen: die Reduktion der Neurapophysen der Halswirbeln, sowie deren Gabelung (Sauropoden), die flachsattelförmigen Verbindungsflächen der Sakralwirbelzentren (*Streptospondylus*), die Bildung eines Synsacrum (Orthopoda), *Apteryx*-artiges Ilium (Theropoda), dorsale Iliumverbreitung (Orthopoda), säbelförmige Gestalt der Scapula (Orthopoda), Rotation der Pubis (Orthopoda), Processus ascendens Astragali (Theropoda).

Es scheint, um sich einer freilich philosophisch unrichtigen Redewendung der älteren Paläontologen zu bedienen, „als ob die Dinosaurier wiederholt versucht hätten, sich in Vögel zu verwandeln, dies ihnen aber immer nur stückweise gelungen wäre“. Unseren modernen Anschauungen entsprechend läßt sich dies so ausdrücken, daß die Gesamtheit der hier angeführten Eigenschaften auf eine tiefe strukturelle Gleichheit zwischen Saurischiern, Orthopoden und Vögeln hinweist; da nun aber die Vögel sich doch wohl zu einer eigenen Klasse entwickelt haben, bleibt für Saurischia und Orthopoda zusammen nur der Name Dinosauria übrig. Die etwaige Behauptung, daß der Name Dinosauria bloß dieselbe historische Berechtigung hätte wie der Ausdruck Enalosauria, den man seinerzeit als Sammelnamen für Ichthyosaurier und Sauropterygier gebrauchte, wird infolge dieser Beobachtungen natürlich hinfällig, denn bei den Enalosauriern handelt es sich nicht um strukturelle Gleichheit, sondern um Konvergenz.

Weitgehende, von den Vögeln abweichende Parallelismen zwischen beiden Ordnungen der Dinosaurier ergeben sich vor allem in der Umwandlung der für Systematiker wichtigen Schädelbasis, die, von einer vogelartigen Schädelbasis ausgehend, bei den Theropoden, Ornithopodiden und Thyreophoren zu einem verkürzten Typus mit vorne stark verbreitertem Basisphenoid führt (vergl. Fig. 2 u. 7). Eine weitere Eigentümlichkeit, die sich bei vier- und zweibeinigen Dinosauriern nachweisen läßt, ist die Verlängerung des Femur, das im Gegensatze zu den Vögeln, wo es stets kürzer ist als die Tibia, im Laufe der Stammesgeschichte der Dinosaurier über die Länge der Tibia hinauswächst. Daß diese Größenzunahme nicht bloß die Lösung einer Gleichgewichtsfrage bedeutet und daher auch wohl kaum bloß mechanische Ursachen haben dürfte, zeigt ihr Vorkommen bei dem vierfüßigen Genus *Stegosaurus*. Eine dritte, von den meisten Vögeln abweichende und

nur bei wenigen Ratiten bemerkbare Eigenschaft der beiden Dinosaurier-Phyla besteht darin, daß die ursprünglich leichtgebauten Extremitätenknochen solide und massiv werden. Als Dinosaurier mit schweren Extremitätenknochen erwähne ich die Sauropoden unter den Saurischia und *Claosaurus* unter den Orthopoden. Die sonstigen Veränderungen der Dinosaurier dürften durch deren Lebensweise bedingt sein. Im übrigen verweise ich wegen Details auf meine Arbeit über den, freilich in bezug auf Skelettproportionen und Stellung der Fußzehen einer wesentlichen Korrektur bedürfenden Proavis (Proc. Zool. Soc. London 1907), dessen Existenzberechtigung ich aber im übrigen Abel gegenüber im Sinne Heilman's noch immer aufrecht erhalten zu müssen glaube [1].

Da ich mit Huene darin vollkommen übereinstimme, daß den Saurischiern und Orthopoden der Wert je einer Ordnung zukommt, glaube ich dem Ausdrucke Dinosauria den Wert einer Oberordnung zuschreiben zu müssen. Dies läßt sich sowohl durch die zwischen einem spezialisierten Orthopoden und einem spezialisierten Theropoden existierenden Differenzen, als auch durch die ganz hervorragende Bedeutung der Dinosaurier für das festländische Wirbeltierleben der Erde rechtfertigen, denn während des ganzen

[1] Die Greifhand ist universeller, als Abel meint; betreffs des Fußes verweise ich auf Huene (7) p. 36. Im übrigen sind alle in meiner eben zitierten Arbeit angeführten Schwierigkeiten, die sich der Ableitung der Vögel von quadrupeden arborikolen Formen in den Weg stellen, von Abel, der seine ganze Hypothese bloß auf das Hand- und Fußskelett aufbaut, einfach nicht in Betracht gezogen worden. Es sind dies: 1. die bei Vögeln bemerkbare Differenzierung der vollkommen funktionsfähigen Hinterextremität, die allen sicher aus quadrupeden arborikolen Formen, d. h. Patagiumfliegern, hervorgegangenen Flugtieren natürlich abgeht; 2. die Unmöglichkeit, daß sich auf einem Patagium eine mechanisch wirksame Feder entwickle; 3. die Entwicklung des Beckens und der Metatarsalia, die weiter vorgeschritten ist als die der für Baumvögel doch gewiß wichtigeren Flügelknochen; 4. das Vorkommen von großen Neurapophysen und freien Rückenwirbeln bei den Ratiten, dann deren primitiver Gaumenbau und deren relativ niedrige Bluttemperatur; 5. endlich das frühzeitige Vorkommen von bodenbewohnenden Vögeln, deren Vorderextremität schon wieder reduziert ist (*Hesperornis* und die eocänen flugunfähigen Vögel), denn es versteht sich, daß dies bei Vögeln, bei denen die Hinterextremität an der Lokomotion bedeutend teilnimmt, leichter eintritt als bei arborikolen Formen. Nach Abel's Ansicht könnten die Palaeognathae die spezialisiertesten Vögel sein und fast müßte man dies erwarten, nach meiner Ansicht stehen unter allen lebenden Vögeln gerade sie den Vorfahren der Vogelwelt am nächsten. Zu allem dem füge ich noch hinzu: 6. die vogelartige Gestalt der Schädelbasis der Vögel und primitiven Dinosaurier, deren Condylusrichtung auf vertikale Halshaltung hinweist. Details sollen gelegentlich folgen.

Mesozoicums waren sie die Vertreter karnivoren und herbivoren Säuger.

Die auch von HUENE anerkannte Gruppe der Archosaurier (7), die nach meinem Dafürhalten Rhynchocephalen, Pseudosuchia (= Pseudosuchia + Parasuchia + Pelycosimia), Crocodilia, Dinosauria und Pterosauria umfaßt, ist ja sicherlich eine natürliche Einheit, doch scheint sie mir gewiß den Wert einer Unterklasse zu haben.

Die Systematik der Theropoden, wenigstens der triadischen Formen, ist in letzter Zeit von HUENE eingehend erörtert worden (8), weitere Aufklärungen darüber sind wohl von den neuen Funden der Professoren FRAAS, JAEKEL und HUENE zu erwarten. Die Sauropodensystematik schließt sich naturgemäß an die der Theropoden, muß aber so lange unbefriedigend bleiben, bis es nicht gelingt, die primitiven Sauropoden von den spezialisierten gut zu trennen und so die Entwicklungsrichtung der einzelnen Phyla festzustellen; die Systematik der Orthopoden läßt sich an der Hand des bisher beschriebenen Materiales hingegen schon recht gut fixieren.

Die Unterscheidung zwischen den zweibeinigen unbepanzerten und den meist vierbeinigen bepanzerten Orthopoden ist schon eine alte, doch ist noch immer in beiden so entstehenden Gruppen Raum für Korrekturen vorhanden.

Der erste wesentliche Punkt der Systematik der Unterordnung der zweibeinigen Ornithopoda, der stark betont werden muß, besteht darin, daß man die Familie Kalodontidae NOPCSA (13) von der Familie Trachodontidae scharf trennt. Der Unterschied in der Entwicklungsrichtung zwischen den Kalodontidae und Trachodontidae liegt darin, daß erstere die Schneide eines jeden Zahnes stets verstärken, was durch einseitige, eine prächtige Ornamentierung bewirkende Anlage von Schmelzrippen erfolgt, während bei letzteren eine bemerkenswerte Verstärkung der einseitigen Schmelzschichte des einzelnen Zahnes nicht erfolgt, hingegen durch rapideren Zahnnachwuchs die Schmelzlagen verschieden alter Zähne gleichzeitig in Gebrauch treten, wodurch ein Zahnpflaster entsteht. Evolutionsrichtung ist natürlich scharf von Evolutionshöhe zu trennen. Gemeinsam ist beiden Familien der Ornithopoden, daß bei ihnen die Entstehung einer Mahlfläche darauf basiert, daß sich die Mahlfläche der Zähne in unökonomischer Weise durch das Abschleifen bildet, wogegen das bei den Säugetieren feststellbare Prinzip der Schmelzeinfaltung in das Innere des Zahnes in ökonomischerer Weise darauf hinausläuft, den Zahn trotz der Abschleifung zu konservieren (13).

Nach der Trennung der Ornithopoden in Kalodontiden und Trachodontiden erübrigt es, die weitere Einteilung dieser beiden Familien zu besprechen. Die Kalodontidae scheinen in drei Unterfamilien zu zerfallen. Die erste heißt Hypsilophodontidae.

Diese ist durch Zwischenkieferzähne ausgezeichnet und es haben ihre Mitglieder eine flache, an einige triadische Theropoden gemahnende Schädelbasis. Diese Unterfamilie umfaßt die Genera: *Hypsilophodon*, *Nanosaurus* (5), möglicherweise auch *Geranosaurus* und *Priodontognathus*. Letzterer erinnert stark an *Rhabdodon*, seine Beschreibung weist jedoch einige absonderliche Eigenschaften auf, denn Seeley hat, wie ich mich persönlich überzeugte, das Stück unrichtig orientiert und vorne und hinten vertauscht. Namentlich das Vorderende der neuen Orientierung erinnert an ein *Rhabdodon*-Maxillare, da jedoch die Zähne von *Priodontognathus* sogar primitiver gebaut sind als bei *Hypsilophodon*, kann man *Priodontognathus* nicht zu den Camptosauriden stellen, wohin *Rhabdodon* gehört.

Die zweite Unterfamilie der Kalodontidae bilden die Camptosauridae mit den gut definierbaren Genera *Laosaurus*, *Camptosaurus*, *Rhabdodon*. *Camptonotus* und *Cumnoria* sind Synonyma von *Camptosaurus*, *Mochlodon* ist synonym mit *Rhabdodon*. Einige Spezies der Genera *Camptosaurus* und *Rhabdodon* sind ebenso wie der Typus von *Hypsilophodon* ursprünglich unter dem Genusnamen *Iguanodon* beschrieben worden. Von den Hypsilophodontidae unterscheiden sich die Camptosauridae durch die Schädelbasis (**2**, **11**), von den zu besprechenden Iguanodontidae durch die schwächere Entwicklung des vorderen Pubis-Astes. Die dritte Unterfamilie der Kalodontidae, namens Iguanodontidae, umfaßt vorläufig bloß die beiden Genera *Iguanodon* und *Craspedodon*.

Wir gehen nun auf die Trachodontiden über. Da sich die meisten Reste von Trachodontiden in Amerika befinden, ist es namentlich während der jetzigen Verhältnisse schwer, sich in Europa ein klares Bild über die Familie Trachodontidae zu machen, für Fernerstehende wird nicht einmal das klar, daß alle die in diese Familie gehörenden Formen *Trachodon*, *Hadrosaurus*, *Orthomerus*, *Kritosaurus*, *Claosaurus*, *Saurolophus*, *Hypacrosaurus* und *Corythosaurus* eigene Genera repräsentieren. Brown (1) stellt *Kritosaurus*, *Trachodon*, *Hadrosaurus* und *Claosaurus* in eine Unterfamilie, die Trachodontidae, *Saurolophus*, *Hypacrosaurus* und *Corythosaurus* in eine zweite, die Saurolophidae. Falls diese Klassifikation richtig ist, hat *Orthomerus* (mit dem *Limnosaurus* Nopcsa non Marsh, *Telmatosaurus* und *Hecatasaurus* synonym sind) wegen seiner Ähnlichkeit mit *Kritosaurus* jedenfalls in die erste dieser beiden Unterfamilien zu gehören, doch scheint mir der Wert der Brown'schen Einteilung vorläufig noch zweifelhaft; in Ermanglung einer besseren muß man freilich derzeit Brown's Einteilung benützen. *Sphenospondylus* erscheint in bezug auf seine systematische Stellung fraglich.

Bei der Systematik der bepanzerten Dinosaurier gehen die Ansichten stärker auseinander als bei den Ornithopoden. Selbst

halte ich es für zweckmäßig, alle bepanzerten Dinosaurier in eine einzige Unterordnung zusammenzufassen, die ich der Unterordnung Ornithopoda gegenüberstelle und die ich Thyreophora nenne (13). Alle Mitglieder dieser Unterordnung zeichnen sich durch sekundär erworbene quadrupede Lokomotion und starke Panzerbildung aus. Je nach der Entwicklung des Schädels kann man innerhalb der Thyreophoren drei Familien, Stegosauridae, Acanthopholidae (10) und Ceratopsidae, unterscheiden.

Bei den Stegosauriden ist der Schädel von zwei Formen, nämlich von *Scelidosaurus* und *Stegosaurus* bekannt. Beide charakterisieren sich durch normal entwickelte obere Schläfenöffnungen, ähneln also in diesem Punkte, sowie in der Konkavität des hinteren Schädelumrisses von oben, den Ornithopoden; ihr Hinterhauptcondylus scheint in beiden Fällen schräge gegen hinten und unten gerichtet zu sein, das Foramen magnum ist daher fast in der Verlängerung der Schädelachse gelegen. Die vorderen Extremitäten sind in dieser Unterfamilie viel kürzer als die hinteren, der Hautpanzer entwickelt sich innerhalb dieser Unterfamilie allmählich zu großen, vertikal gestellten Rückenplatten, was dann seinerseits wieder die Gestalt der Rückenwirbel beeinflußt, deren Diapophysen aufwärts gerichtet werden.

Innerhalb der Stegosauriden können wir zwei Unterfamilien: Scelidosaurididae und Stegosaurididae unterscheiden. Erstere umfaßt die Genera *Echinodon* OWEN, *Scelidosaurus* OWEN und *Sarcolestes* LYDEKKER und hat starke Zähne und einen nicht sehr differenzierten Panzer; letztere umfaßt die Genera *Stegosaurus* MARSH, *Anthodon* OWEN, *Dacentrurus* LUCAS (= *Omosaurus* OWEN), *Cratcrosaurus* SEELEY (12), *Centrurosaurus* HENNIG (= *Doryphorosaurus* NOPCSA [14]), *Diracodon* MARSH. Der Grund, weshalb ich *Sarcolestes* (9) zu den Scelidosauridae stelle, liegt in der eigentümlichen windschiefen Krümmung der Alveolarreihe dieses Tieres, die den Theropoden fehlt, zu denen *Sarcolestes*, weil ihm ein Kronenfortsatz abgeht, gestellt wurde, während sie bei den Stegosauriern vorkommt, dann in der Bepanzerung der Außenfläche des Unterkiefers, endlich in der Gestalt seiner an *Scelidosaurus* gemahnenden Zähne. Die an und für sich ja recht interessante Tatsache, daß die Alveolen bei *Sarcolestes* bis an die Symphyse reichen, daher kein Prädentale vorhanden war, ist diesen Eigenschaften gegenüber phylogenetisch von großer, systematisch aber offenbar doch nur von geringer Bedeutung, denn wir wissen ja ohnehin, daß wir bei primitiven Orthopoden den Mangel eines Prädentale zu erwarten haben. Da *Scelidosaurus* einen Kronenfortsatz, *Sarcolestes* jedoch wie *Stegosaurus* keinen besitzt, könnte man *Sarcolcstes* statt zu den Scelidosauridae auch zu den Stegosauridae stellen, doch widerspricht dem die *Scelidosaurus*-artige Gestalt der Zähne, und infolge dieser Umstände belassen wir *Sarcolestes* bei den Scelido-

sauriern und betrachten ihn als der Ursprungsstelle der Stegosaurier nahestehend.

Betreffs der Unterfamilie Stegosaurididae verweise ich auf GILMORE's Monographie, hebe jedoch neuerdings hervor, daß mir die Vereinigung der Genera *Stegosaurus* und *Dacentrurus* wegen der verschiedenartigen Ausbildung des vorderen Iliumteiles unstatthaft erscheint. Es wäre an der Zeit, daß die amerikanischen Paläontologen, z. B. GILMORE und BROWN, die Beobachtungen am europäischen Materiale nicht außer acht ließen.

Bei den Acanthopholidae (**13**) fehlen die oberen Schläfenöffnungen, der Schädel ist oberhalb des Foramen magnum seitlich, rückwärts und oben bis zur Fronto-Nasalnaht fast kugelförmig, und deshalb erinnert sein Umriß stark an jenen eines Vogels, doch mit dem Unterschiede, daß sich am Baue dieser Kugeloberfläche seitlich nicht wie bei den Vögeln die das Hirn begrenzenden Knochen, sondern die Deckknochen, also Squamosum, Postfrontalia und Praefrontalia, beteiligen. Das Quadratum ist klein, der gestielte kugelförmige Condylus ist rechtwinkelig auf die Schädelbasis aufgesetzt, das Foramen magnum ist von unten sichtbar, und es ist nicht in der rückwärtigen Verlängerung der Schädelachse gelegen, sondern schaut rechtwinkelig auf diese. Von unten betrachtet erinnert die Schädelbasis von *Struthiosaurus* am ehesten noch an jene von *Thecodontosaurus* und *Hypsilophodon*, während die Schädelbasis von *Stegosaurus* eher eine entfernte Ähnlichkeit mit jener von *Plateosaurus* aufweist. Die Gestalt der Zähne, die bei *Stegopelta, Struthiosaurus* und *Stegoceras* bekannt sind, ist recht typisch und sowohl von den an der Basis geblähten Zähnen von *Stegosaurus* als auch den länglichen vielspitzigen Zähnen von *Sarcolestes, Scelidosaurus* und *Tröodon* verschieden. Über die Zusammengehörigkeit von Zähnen und Schädel von *Acanthopholis* und *Ankylosaurus* scheinen mir die Akten noch nicht geschlossen. Isolierte Zähne eines Acanthopholididen wurden als *Palaeoscincus* beschrieben.

Vorder- und Hinterextremitäten sind bei allen Acanthopholidae annähernd gleichgroß.

Der Panzer entwickelt sich bei vielen Formen zu einem segmentierten Nackenschutz, zu einem geschlossenen Lendenschild und zu Schulterstacheln, doch kann man bei den Acanthopholidae, wie mir scheint, zwei Unterfamilien erkennen, nämlich die Hylaesaurididae mit *Hylaeosaurus*, die bloß auf Hals und Schulter mehrere Reihen auffallend langer Stacheln aufweisen, und die Acanthopholididae, die den segmentierten Nackenschutz und bloß auf den Schultern schwere, an ihrer Basis stark verbreiterte Stacheln zeigen. Dieser segmentierte Nackenschutz hat sich bei *Struthiosaurus*, dann auch bei *Stegopelta* und *Stegoceras* gefunden, doch ist er bei letzterem von LAMBE irrtümlicherweise *Ankylosaurus* BROWN (= *Stereocephalus* LAMBE) zugeschrieben worden.

Die Unterfamilie Acanthopholididae enthält die Genera: *Acanthopholis* Huxley, *Struthiosaurus* Bunzel, *Stegoceras* Lambe, *Hoplitosaurus* Lucas, *Polacanthus* Owen, *Stegopelta* Williston, *Palaeoscincus* Leidy.

Anoplosaurus Seeley, den Hennig noch selbständig anführt, habe ich schon 1902 mit *Acanthopholis* vereinigt (**10**) und dasselbe geschah damals mit *Struthiosaurus* und *Crataeomus*. Neue siebenbürgische Funde haben seither die Richtigkeit der zweiten Vereinigung bewiesen und infolge von 1902 angeführten Gründen bildet dies nun gleichzeitig auch ein Argument für die erste. Wegen Details verweise ich auf meine damalige Arbeit.

Wegen der Zugehörigkeit von *Stegoceras* zu den Acanthopholididae habe ich auf meine 1915 erschienene Arbeit (**13**) im Jahrbuch der k. ung. Geol. Reichsanstalt zu verweisen. *Hoplitosaurus* stelle ich infolge der Gestalt seiner an der Basis stark verdickten Stacheln in die Nähe von *Polacanthus, Hoplosaurus ischyrus* Seeley ist zu schlecht erhalten, als daß man hierüber etwas Positives sagen könnte. Möglicherweise ist diese Form mit *Struthiosaurus* ident.

Die Ceratopsidae unterscheiden sich von beiden vorgenannten Familien im Schädelbau dadurch, daß sich bei ihnen ein sekundäres Schädeldach bildet.

Je nach dem Grade der Entwicklung dieses Schädeldaches hat man die ursprünglicheren Nodosauridae und die spezialisierteren Ceratopsidae zu unterscheiden. Der Panzerschutz entwickelt sich vorwiegend zu einer Nackenkrause und zu jedenfalls offensiv gebrauchten Hörnern. Die Familie Ceratopsidae umfaßt, nach meiner Auffassung, die Unterfamilien Stenopelyxidae (*Stenopelyx* Meyer), Nodosauridae (*Nodosaurus* Marsh, *Ankylosaurus* Brown, *Hierosaurus* Wieland) und Ceratopsidae (*Monoclonius* Cope, *Anchiceratops* Brown, *Triceratops* Marsch etc.)

Stenopelyx ist zuletzt von Huene besprochen worden, bei *Ankylosaurus* (= *Stereocephalus* Lambe) ist in Übereinstimmung mit Abel zu betonen, daß es jedenfalls unstatthaft ist, ihn mit einem *Stegosaurus*-Femur zu rekonstruieren, wie dies Brown getan hat. Die spätere Nackenkrause der Ceratopsidae ist hier vorerst nur durch Stacheln angedeutet, und was *Hierosaurus* anbelangt, so möchte ich hinzufügen, daß sich *Hierosaurus*-artige Panzerplatten in Südfrankreich gefunden haben. Es sind dies jene Stücke, die Déperet in 1900 im Bull. Soc. Geol. Franc. als *Crataeomus* sp. erwähnte, die jedoch, wie ich mich in Lyon überzeugte, viel dicker als die Platten des *Struthiosaurus* (= *Crataeomus*). Über die Ceratopsididae selbst läßt sich, da sich das Material zu dieser Familie fast ausschließlich in Amerika befindet, bloß auf Grund der Literatur nur wenig sagen, und dies ist der Grund, warum im Elenchus der

thyreophoren Dinosaurier von einer Aufzählung der verschiedenen Genera der eigentlichen Ceratopsiden Abstand genommen wurde. Was ich als Typen der einzelnen Unterfamilien der Ceratopsidae auffasse, ist, so wie in allen anderen Unterfamilien, immerhin auch hier durch gesperrten Druck hervorgehoben worden.

Obzwar Hennig in seiner Zusammenstellung der Stegosaurier und ihrer Literatur (4) in 1916 noch ausdrücklich betont hat, daß eine Klassifikation eines großen Teiles der bepanzerten Dinosaurier derzeit noch nicht möglich sei, so ist, wie ich glaube, durch obige Zeilen der Beweis des Gegenteiles erbracht worden.

Für die Klassifikation sämtlicher orthopoden Dinosaurier ergibt sich auf diese Weise folgendes Schema:

Oberordnung Dinosauria.

Ordnung Orthopoda.

I. Unterordnung Ornithopoda.
- 1. Familie Kalodontidae.
  - a) Unterfamilie Hypsilophodontidae.
  - b) „ Camptosauridae.
  - c) „ Iguanodontidae.
- 2. Familie Trachodontidae.
  - a) Unterfamilie Trachodontidae.
  - b) „ Saurolophidae.

II. Unterordnung Thyreophora.
- 1. Familie Stegosauridae.
  - a) Unterfamilie Scelidosaurididae.
  - b) „ Stegosaurididae.
- 2. Familie Acanthopholidae.
  - a) Unterfamilie Hylaeosaurididae.
  - b) „ Acanthopholididae.
- 3. Familie Ceratopsidae.
  - a) Unterfamilie Stenopelyxidae.
  - b) „ Nodosauridae.
  - c) „ Ceratopsidae.

Literatur.

Von der Literatur über Stegosauridae wurde hier nur das angeführt, was entweder in Hennig's Zusammenstellung fehlt oder seither erschienen ist. Betreffs der Originalbeschreibungen der einzelnen orthopoden und ceratopsiden Genera sei im übrigen auf die bisherigen diesbezüglichen Bibliographien Hay's, Nopcsa's und Hatcher-Lull's gewiesen.

(1) Brown: *Corythosaurus Casuarius,* a new crested Dinosaur. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1914.

(2) Gilmore: Osteology of the jurassic reptile *Camptosaurus.* Proc. U. S. Nat. Mus. Washington. 1909.

(3) Hennig: *Kentrosaurus aethiopicus,* der Stegosauride des Tendaguru. Sitz.-Ber. Gesell. Naturforsch. Freunde, Berlin. 1915.
(4) — Stegosauria (in Fossilium Catalogus edit. Frech. Animalia). Berlin 1915.
(5) Huene-Lull: Neubeschreibung des Originals von *Nanosaurus.* Neues Jahrb. f. Min. etc. 1908.
(6) Huene: Beiträge zur Kenntnis des Ceratopsiden-Schädels. N. Jahrb. f. Min. etc. 1911.
(7) — Beiträge zur Geschichte der Archosaurier. Geolog.-Paläontolog. Abhandl. Jena. 1913.
(8) — Das natürliche System der Saurischia. Dies. Centralbl. 1914.
(9) Lydekker: On the jaw of a new carnivorous Dinosaur from the Oxford clay. Quart. Journ. Geol. Soc. 1893.
(10) Nopcsa: Notizen über cretacische Dinosaurier. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1902.
(11) — Dinosaurierreste aus Siebenbürgen. II. Schädelreste von *Mochlodon.* Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1902.
(12) — Notes on British *Dinosaurus.* Part V. *Craterosaurus.* Geol. Mag. 1913.
(13) — Die Dinosaurier der Siebenbürgischen Landesteile Ungarns. Jahrb. geol. Reichsanst. Budapest. 1915.
(14) — *Doryphorosaurus,* neuer Name für *Kentrosaurus* Hennig. Dies. Centralbl. 1916. (Infolge einer späteren Notiz Hennig's l. c. 1917 belanglos; der heute gültige Name ist *Centrurosaurus* Hennig.)

Zur Abstammung des Elephas antiquus Falc.

Von **W. Soergel.**

Mit 3 Textfiguren.

Eine neue Arbeit G. Schlesinger's [1], in welcher der Autor seinen Versuch wiederholt, die von ihm 1912 [2] befürwortete Deszendenslinie *El. planifrons—El. antiquus* zu begründen und meine Argumente für die Deszendenslinie *El. meridionalis* var.—*El. antiquus* als völlig haltlos hinzustellen, veranlassen mich zu dem oft behandelten Thema nochmals das Wort zu ergreifen. Da meine

[1] G. Schlesinger, Meine Antwort in der *Planifrons*-Frage. I. Die Herkunft des *Elephas antiquus.* Dies. Centralbl. Jahrg. 1916. No. 2 u. 3.
[2] G. Schlesinger, Studien über die Stammesgeschichte der Proboscidier. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 62. H. 1. 1912.

Anschauungen über die Stammesgeschichte der europäischen Elefanten sich seit 1912[1] in keiner Weise geändert und ich erst 1915[2] diesem Gegenstand eine ausführliche Darstellung gewidmet habe, so darf ich mich hier auf eine kritische Beleuchtung der neuen Schlesinger'schen Beweisführung, auf Korrekturen beschränken. Und auch hierbei muß ich auf eine erschöpfende Behandlung der einzelnen Punkte verzichten, weil eine solche nur mit einem den Rahmen dieser Zeitschrift weit überschreitenden Bildermaterial möglich und vor allem ersprießlich wäre. Denn Autoren, die wie Schlesinger die Berechtigung zur Diskussion eines Themas nur aus einer gewissen Kenntnis der betreffenden Literatur herleiten können, sind leicht geneigt, von anderen an größerem Originalmaterial gewonnene Beobachtungs- und Erfahrungstatsachen einfach als „Behauptungen", ja unbewiesene oder „subjektiv gefärbte" „Behauptungen" anzusehen, sobald sie nicht durch entsprechende bildliche Darstellungen gestützt werden. Zu gelegenerer Zeit werde ich versuchen, den Anforderungen solcher Autoren durch Veröffentlichung eines größeren Bildermaterials zu entsprechen.

I. Richtigstellung.

Schlesinger schickt seinen mehr sachlichen Ausführungen eine „Berichtigung" voraus, in der er sich um den Nachweis bemüht, daß ich in meiner 1915 erschienenen Arbeit eine Schwenkung vollzogen hätte, „die" ‚meinen' „Standpunkt von dem früher vertretenen um ein wesentliches Stück gerade in die Richtung hin entfernt, welche zu einer Vereinigung mit" ‚Schlesinger's' „Auffassung führen muß". Während ich früher *El. antiquus* und *El. trogontherii* aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* hergeleitet hätte, so argumentiert Schlesinger, so sähe ich jetzt den Vorfahren des *El. antiquus* in Formen, „welche praktisch mit dem Ahnen, den" ‚Schlesinger' „angenommen und als *El. planifrons* bestimmt habe, zusammenfallen". Diesen irrigen Schluß zieht Schlesinger aus einigen von mir 1914 und 1915 publizierten Sätzen, in denen ich darauf hinweise, daß eine vorhandene und deutlich erkennbare Variationsbreite des *El. meridionalis* im Sinne antiquoider und trogontheroider Merkmale selbstverständlich voraussetzt, daß die erste Anlage einer solchen Variationsbreite in den direkten Vorfahren des *El. meridionalis*, also in den zwischen dieser Art und *El. planifrons* stehen-

[1] W. Soergel, *Elephas trogontherii* Pohl. und *El. antiquus* Falc., ihre Stammesgeschichte und ihre Bedeutung für die Gliederung des deutschen Diluviums. Palaeontogr. 60. 1912.

[2] W. Soergel, Die Stammesgeschichte der Elefanten. Dies. Centralbl. Jahrg. 1915. H. 6—9. (Weiterhin zitiert als 1915. I.)

den Formen, eingesetzt haben muß. Er sucht diesem Schluß besonderes Gewicht dadurch zu verleihen, daß er unter weitgehender, den wahren Inhalt meiner Darlegungen verschleiernder Kürzung einen Teil der betreffenden Stelle in einer Fassung zitiert, wie ich sie niemals publiziert habe. Der ganze Satz lautet: „In unserem Falle würde die ideelle, paläontologisch nicht nachweisbare Trennung in eine *Antiquus*-Reihe und eine *Trogontherii — Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt und vorerst als erstes nachweisbares Stadium der Entwicklung zu einer größeren Variationsbreite des *El. meridionalis* geführt haben.“ Daraus entnimmt Schlesinger den Satz, daß „die Trennung in eine *Antiquus*- und *Trogontherii—Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt haben müsse“, womit der Inhalt obigen Satzes stark verstümmelt und positiver zum Ausdruck gebracht wird, als ich ihn publizierte. Im Interesse einer sachlichen Führung wissenschaftlicher Streitfragen darf man wohl gerade von Leuten, die ihre „wissenschaftliche Objektivität“ bei jeder Gelegenheit betonen, ein genaues, nicht sinnstörendes Zitieren erwarten.

Darin, daß ich schon bei den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen die beginnende Entwicklung einer Variabilität im Sinne antiquoider und trogontheroider Merkmale vermute, sieht Schlesinger den Beweis für meinen „Umschwung“. Es wird sich also darum handeln, festzustellen, ob eine derartige Auffassung schon aus meiner 1912 erschienenen Arbeit hervorgeht, oder ob meine dort niedergelegten Anschauungen mit einer derartigen Auffassung in Widerspruch stehen. Das letztere glaubt Schlesinger bewiesen zu haben. Er stützt sich dabei auf eine Anzahl Zitate aus meiner 1915 erschienenen Arbeit, auf meine kurzen Äußerungen über die Zähne von Ferladani, Stauropol und Kouialnik und schließlich auf das 1912 von mir veröffentlichte Variationsschema zur Veranschaulichung der Stammesgeschichte der europäischen Elefanten. Den von Schlesinger aufgeführten „Daten“ für den „Wandel“ meiner Anschauungen stelle ich zunächst alle diejenigen Sätze aus den Arbeiten von 1912 und 1915 gegenüber, in denen von der Abstammung des *El. antiquus*, der Variationsbreite des *El. meridionalis* und von der voroberpliocänen Wanderform des Stammes *El. planifrons—El. meridionalis* die Rede ist.

1. 1912. p. 90.

„Aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* lösen sich im Laufe der phylogenetischen Entwicklung zu Beginn des Pleistocäns zwei Formen schärfer heraus: *El. antiquus* und *El. trogontherii*, zwischen denen aber immer noch, die Variationsbreite des *El. meridionalis* gleichsam fortsetzend, intermediäre Formen auftreten: *El. trogontherii* var. *antiquus* und *El. antiquus* var. *trogontherii*.“

2. 1912. p. 97.

„Ende Miocän, Anfang Pliocän entwickelte sich aus dem in nur engen Grenzen variierenden *El. planifrons* die Formengruppe des *El. meridionalis—hysudricus,* die im Pliocän, wohl unter dem Einfluß der kleineren, die großen Oszillationen der diluvialen Vereisung einleitenden Klimaschwankungen, vor allem aber unter der Einwirkung ganz bedeutender, die Art von ihrem asiatischen Stammland über fast ganz Europa verbreitenden Wanderungen eine größere Variationsbreite erhielt. Zu Beginn des Pleistocäns traten aus dieser Variationsbreite zwei Varietäten allmählich schärfer hervor", etc.

3. 1915, I. p. 247.

„Es ist bei Aufstellung von Stammbäumen selbstverständlich, daß wir ein Divergieren zweier Stämme aus einer Kollektivform dort eintreten lassen, wo wir beide Deszendenten schon als Varietäten des Grundtypus erkennen können, wo gewisse Unterschiede, wenn auch schwach und durch alle Übergänge verbunden, nachweisbar sind. Daß wir uns dabei vollkommen klar sind darüber, daß eine schwache, eben erkennbare Divergenz schon mit dem Wachsen der Variationsbreite der jeweiligen Kollektivform eingetreten sein muß, braucht kaum betont zu werden. In unserem Falle würde also die ideelle, paläontologisch nicht nachweisbare Trennung in eine *Antiquus*-Reihe und eine *Trogontherii—Primigenius*-Reihe schon in den zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen eingesetzt und vorerst als erstes nachweisbares Stadium der Entwicklung zu einer größeren Variationsbreite des *El. meridionalis* geführt haben. Da wir eine solche Zwischenform als eigentliche Wanderform ansehen müssen, die den asiatischen Elefantenstamm nach Europa führte, so wäre die Herausbildung einer größeren Variationsbreite gerade bei dieser Form recht verständlich."

Diese Ausführungen aus dem Jahre 1915 decken sich bezüglich der Variabilität der zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Formen, den eigentlichen Wanderformen, vollständig mit den im 2. Zitat aus dem Jahre 1912 wiedergegebenen Anschauungen, wobei die zu frühe Altersdatierung des *El. planifrons* gar nicht in Betracht kommt. Denn Wanderungen vor allem werden schon dort als Erklärung für die Anlage und Weiterentwicklung einer größeren Variationsbreite herangezogen. Wo glaubt Schlesinger, daß diese Einflüsse wirksam gewesen sein sollen, wenn nicht bei der Wanderform, d. h. dem direkten Vorläufer des oberpliocänen *El. meridionalis?* Oder gelingt es seiner Interpretationskunst auch hier, einen Sinn in meine Ausführungen hineinzutragen, der seinen Zwecken entspricht, einen Gegensatz zu konstruieren? Das Auslassen des 2. Zitats von 1912 in seiner Zusammenstellung von „Daten", das um so auffälliger ist, als nur an dieser Stelle der Arbeit von 1912 von den gerade in Rede

stehenden voroberpliocänen Wanderformen gehandelt wird, scheint nicht darauf hinzudeuten.

Den wirklichen Sinn der unter 3 zitierten Sätze hat Schlesinger schließlich gar nicht verstanden, wie seine an diese Sätze anknüpfende Argumentation beweist. Er hängt bei seinen phylogenetischen Spekulationen zu sehr an Namen, die Striche zu Stammreihen verbinden, sieht im Bild des dürren, verästelten Baumes, scheint mir, den höchsten Ausdruck phylogenetischen Denkens. Es fehlt ihm augenscheinlich eine vollere Vorstellung vom Vorgang der Entwicklung, ein tieferes Verständnis für seine Kontinuität, für das Nichtabzugrenzende in der Fülle der ineinanderfließenden Formen und die daraus sich ergebende Unmöglichkeit, den Ablauf einer Entwicklung durch Auflösung des Vorgangs in begrifflich eng begrenzte Namen gerecht zu werden. Das ist die Quelle aller Mißverständnisse und aller Mißdeutungen meiner Ausführungen durch Schlesinger, die damit begannen, daß er in meiner Phylogenie die „Variationsbreite des *El. meridionalis*“, über deren Charakter meine Ausführungen gar keinen Zweifel ließen, mit „*El. meridionalis* typus“ vertanschte und nun gegen die entstellte Anschauung polemisierte.

Ebenso unglücklich ist Schlesinger in der Ausdeutung meines Variationsschemas aus dem Jahre 1912, das ihm einen weiteren Beweis für meinen Umschwung liefern sollte. Auch hier sind seine Folgerungen unlogisch und wenig durchdacht. Hätte ich 1912 — und das ist der Kernpunkt, an den Schlesinger's weitere Mißdeutungen anschließen — dem direkten Vorfahren des *El. meridionalis* keine Variabilität im Sinne trogontheroider und antiquoider Merkmale zuerkannt, so hätte ich die unterste Figurenreihe für *El. meridionalis* offensichtlich nur in Rechtecken zeichnen müssen, dem Sinnbild trogontheroider Eigenschaften. Die sehr deutlichen rhombischen Einschläge in dieser Reihe und ihr allmähliches Zunehmen in den oben folgenden Reihen lassen jeden Unbefangenen erschließen, daß sich in tieferen, für den direkten Vorfahren des *El. meridionalis* angefügten Reihen die rhombischen Einschläge in allmählich abnehmender Stärke fortgesetzt haben würden und keinesfalls in der nächsttieferen Reihe schon ausgeklungen resp. verschwunden gewesen wären, wie es die von Schlesinger mir unterstellte Ansicht zum mindesten verlangen müßte. Schon die ältesten Formen des oberpliocänen *El. meridionalis* besitzen in diesem Schema eine Variationsbreite im angedeuteten Sinn, die sich eben im Laufe der Entwicklung vergrößert. Daraus geht unzweideutig hervor, daß die Anlage einer solchen Variationsbreite schon bei den nicht in das Schema einbezogenen direkten Vorfahren des *El. meridionalis* begonnen haben muß. Ein anderer Schluß auf die dem *El. meridionalis* direkt voraufgehenden Formen ist aus diesem Schema vernünftigerweise gar nicht abzuleiten. Er

deckt sich vollkommen mit dem, was in dem Zitat 2 aus eben dieser Arbeit über diese Formen gesagt ist.

Daß ich die 4 unteren, dem *El. meridionalis* zugehörenden Figurenreihen als „Formen des Val d'Arno“ umschrieb, was Schlesinger merkwürdigerweise durch Fettdruck als für seine Auslegung günstig hervorhebt, hat seinen Grund darin, daß zu einer derartigen Demonstration der Stammesgeschichte nur ihrem Alter nach gesicherte und fossilreiche Fundorte herangezogen werden durften. Mir ist bisher aus dem Oberpliocän kein Fundort bekannt, der ein auch nur annähernd so reiches Material oder überhaupt ein Material geliefert hätte, an dem über die Variabilität des *El. meridionalis* in solchem Maße ein Urteil gewonnen werden könnte. Schlesiger's Auslassungen über eine solche, in einem Alter und Formenbreite vergleichenden Schema notwendige Einschränkung ist mir deshalb völlig unverständlich, da ich doch nicht annehmen kann, er wolle mir die Ansicht unterstellen, daß gerade nur aus der Variationsbreite dieser *Meridionalis*-Formen die beiden Stämme unserer diluvialen Elefanten allmählich deutlicher herausgewachsen wären. Ebenso unverständlich und grundlos ist die anschließende Behauptung, ich versuchte „die Schädelfrage von dem Material aus dem Val d'Arno abzudrängen“.

Eine kritische Prüfung meiner 1912 veröffentlichten Anschauungen führt also zu dem Resultat, daß sie mit den 1915 veröffentlichten durchaus nicht im Gegensatz stehen, daß von einem „Umschwung“ in meinen Anschauungen gar nicht die Rede sein kann. Schlesinger's Bemühungen, einen solchen Gegensatz zu konstruieren, sind als Proben einer zweifelhaften Interpretationskunst wohl eine recht stattliche Leistung, für „eine erfolgreiche, objektive Lösung“ einer wissenschaftlichen Streitfrage aber recht ungeeignet.

Anschließend an die Besprechung ausgewählter Zitate aus meiner Arbeit von 1915 stützt Schlesinger seinen Beweis für eine von mir vollzogene „Schwenkung“ schließlich noch auf meine kurzen Auslassungen über die Elefantenmolaren von Stauropol, Ferladani und Kouialnik. Über diese Zähne habe ich mich zweimal nur ganz kursorisch geäußert:

1915, I. p. 247.

„Gehören dieser Wanderform — und dafür könnte manches geltend gemacht werden — die Funde von Ferladani, Stauropol und Kouialnik an, so ist sie als ein primitiver *El. meridionalis* zu bezeichnen.“

1915, II[1]. p. 65.

„Der von Pavlow von Ferladani als *El.* aff. *planifrons* beschriebene Zahn gehört mit den Zähnen von Stauropol und Kouialnik

[1] W. Soergel, Das vermeintliche Vorkommen von *El. planifrons* in Niederösterreich. Zeitschr. d. Paläont. Ges. **2**. H. 1. 1915.

zu *El. meridionalis,* von dem sich auch im sichergestellten Oberpliocän Italiens vereinzelt derartige Zähne finden."

Diese kurzen, eine kritische Würdigung des Materials aus unten angegebenen Gründen vermeidenden Äußerungen über Zähne, deren genaues geologisches Alter nicht bekannt ist, veranlassen Schlesinger zu der wiederum den wahren Sachverhalt entstellenden Behauptung, daß ich diese Zähne neuerdings für meine — gemeint ist meine „neue" — Meinung ins „Treffen" geführt hätte. Die obigen Zitate widerlegen eine solche Auffassung zur Genüge. Ich benutze diese Gelegenheit aber gern zu einigen weiteren Äußerungen über die südrussischen Funde; einmal, um die Bedenken vorzutragen, die damals wie heute mir diese Zähne als wesentliche Stütze phylogenetischer Anschauungen ganz ungeeignet erscheinen ließen, zum andern, um einen Irrtum zu berichtigen, dem ich Pavlow und Schlesinger folgend zum Opfer fiel, als mir die Möglichkeit eigener Nachprüfung fehlte.

Für die Zähne von Kouialnik ist ein voroberpliocänes Alter, was neben der Lage des Fundorts für ihre Auffassung als direkte Vorläufer des *El. meridionalis* resp. als Vertreter einer westwärts strebenden Wanderform hauptsächlich ins Gewicht fallen könnte, nicht bewiesen. Weiterhin gestatten die von Pavlow nur in Kauflächen-, nicht in Seitenansicht abgebildeten Zähne nach mancher Richtung keine sichere Beurteilung, zumal Pavlow's Daten im Text sehr spärlich sind. Höhenmaße werden nur für zwei Zähne angegeben und in einer Form, die Vergleiche mit den Höhenmaßen anderer Zähne gänzlich ausschließen. Dasselbe gilt für die von Pavlow angegebenen Lamellenzahlen. Denn trotz Pavlow's Angabe[1], die in Fig. 19 und 20 auf Taf. I abgebildeten Zähne seien komplett, erscheint mir das für den unter Fig. 20 dargestellten doch recht zweifelhaft. Derartigem Material kann in phylogenetischen Betrachtungen natürlich nur eine sehr bescheidene Rolle zugewiesen werden, solange Artbestimmung und Alter noch nicht gesichert sind. Ob es sich in diesen Zähnen um einen primitiven *El. meridionalis*, wie oben gesagt, oder um einen gewöhnlichen oder gar fortgeschrittenen *El. meridionalis* handelt, ist für die von mir vertretene Phylogenie ohne jede Bedeutung.

Eine gleiche Vorsicht ist bei der Beurteilung des Zahnes von Ferladani geboten, über den Pavlow's Figur Taf. 1 Fig. 23 und überaus spärliche Angaben im Text kein abschließendes Urteil gestatten. Ihrer Bestimmung als M III max. setzt Pavlow ein Fragezeichen zu. Der Bestimmung des Zahnes als *El.* aff. *planifrons* bei Pavlow und als *El. planifrons* bei Schlesinger steht

---

[1] M. Pavlow, Les éléphants fossiles de la Russie. Nouv. Mem. Soc. imp. Mosc. 17. 1910.

die hohe Lamellenzahl entgegen. Nach Pavlow sind 15 Lamellen vorhanden, die erste, nach der Abbildung nur in der Rückwand erhalten, ist ebenso breit als die folgende, ihr ging entweder noch ein kleiner Talon voraus, oder sie ist selbst der vordere Talon. Rechnen wir die letzte Lamelle als hinteren Talon, so erhalten wir eine Mindest-Lamellenformel von ×! 13 ×. Das ist für *El. planifrons* zu viel, zu viel eigentlich auch schon für einen primitiven *El. meridionalis,* dem er in meinen kursorischen Äußerungen zugezählt wurde. Ein endgültiges Urteil oder gar eine Auswertung zu phylogenetischen Folgerungen erscheint auch hier unter den gegebenen Umständen unzulässig.

Zu diesen Bedenken kam schließlich noch ein rein praktischer Grund, der mich hindern mußte, diese südrussischen Funde in ihrer Gesamtheit für meine Ansichten ins „Treffen" zu führen. Zur Zeit der Abfassung meiner beiden oben zitierten Aufsätze stand mir Pohlig's bekannte Monographie, in der die Zähne von Stauropol abgebildet sind, nicht zur Verfügung. Eine spätere Nachprüfung dieser Abbildungen an der Hand der von Pohlig im Text gegebenen Daten zeigte mir, daß eine Zusammenfassung dieser Zähne mit denen von Kouialnik nicht angängig ist. Zählte ich sie damals der gleichen Gruppe zu, so folgte ich Pavlow's und Schlesinger's Angaben im Vertrauen darauf, daß diese Autoren Gleiches gleichgeordnet hätten. Die Zähne von Stauropol können aber weder nach ihrer Zahnhöhe noch nach ihrer mutmaßlichen Vollamellenzahl zu einer zwischen *El. planifrons* und *El. meridionalis* stehenden Form, ja nicht einmal zu *El. meridionalis* gerechnet werden. Sie gehören, soweit Abbildungen und Text bei Pohlig ein Urteil gestatten, primitiven Formen des *El. antiquus* zu oder doch in ihre unmittelbare Nähe, worauf auch andere als die genannten Merkmale hinweisen.

In meinen phylogenetischen Betrachtungen haben alle diese Zähne bisher keine Rolle gespielt und werden sie vorerst auch nicht spielen, da ich im Gegensatz zu Schlesinger für diese Zwecke nur zoologisch voll auswertbares und seinem geologischen Alter nach genau festgelegtes Material heranziehe.

Die eben widerlegte Behauptung Schlesinger's von einer von mir vollzogenen „Schwenkung" kehrt in seinem Aufsatz immer wieder, zieht sich wie ein roter Faden durch die ganze Arbeit. Wiederholt wird die Annäherung erwähnt, die sich zwischen unseren beiderseitigen Ansichten vollzogen habe — und tatsächlich vollzogen hat, allerdings nur bezüglich der Abstammung des *El. antiquus* und hier auf wesentlich andere Weise, als Schlesinger sie darzustellen versucht. Sie ist klar zu ersehen aus einer Betrachtung von Schlesinger's *Antiquus*-Stammreihe, wie sie war und wie sie heute ist.

1912 treffen wir die Reihe *El. planifrons*—*El. priscus*—*El. antiquus*. 1914[1] und 1916 verschwindet *El. priscus*, den ich schon 1912 gestrichen hatte aus der Stammreihe. Diese besonders für die Frage nach der Abstammung des *El. africanus* nicht unwesentliche Annäherung an meinen Standpunkt geschieht 1914 allerdings nicht rückhaltlos. Eine Nachprüfung der *Priscus*-Frage behält er sich vor, meine 1912 veröffentlichten, von Dietrich[2] 1913 in vollem Maße bestätigten Ausführungen über *El. priscus* werden — zweifellos aus „wissenschaftlicher Objektivität" — nicht genannt und es wird nur auf Dietrich's Arbeit verwiesen. 1916 ist ein weiterer Schritt in der Richtung meiner Anschauung festzustellen. Die von Bortolotti[3] veröffentlichten Elefantenmolaren von Perugia, die ich 1912 als einer oberpliocänen Vorfahrenform des *El. antiquus* zugehörig in Anspruch nahm, werden auch von Schlesinger nun in diesem Sinne gedeutet. Dabei ist es zunächst gleichgültig, daß ich in ihnen eine Varietät des *El. meridionalis* und er eine letzterem gegenüber selbständige Art sehen will. Da nun diese als oberpliocäne Zwischenform zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* in Anspruch genommenen Zähne keineswegs ident sind mit den Zähnen, die bisher unter dem Namen *El. priscus* gingen, so darf man wohl schließen, daß Schlesinger neuerdings — allerdings „nicht offen" — den *El. priscus* definitiv aus seiner Stammreihe des *El. antiquus* entfernt und in diesem Punkte sich meine 1912 ausgesprochene Ansicht zu eigen gemacht hat. Ich begrüße in dieser Säuberung und in der Anerkennung der Molaren von Perugia als Vorfahrenform des *El. antiquus* einen nicht unwesentlichen Schritt Schlesinger's in der Richtung meiner seit 1912 vertretenen Ansichten.

II. Korrekturen.

In dem zweiten, vielfach sachlicheren Teil seiner Arbeit behandelt Schlesinger in gleicher Stoffgliederung wie ich in meinem Aufsatz über die Stammesgeschichte der Elefanten drei für die Abstammung des *El. antiquus* wichtige Fragen.

1. Grad und Häufigkeit antiquusartiger Merkmale an den Zähnen von El. planifrons.

Ein erster Abschnitt ist der Untersuchung gewidmet, ob im Gebißmaterial des *El. planifrons* oder in dem des *El. meridionalis*

[1] G. Schlesinger, Ein neuerlicher Fund von *El. planifrons* in Niederösterreich. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. **63**. H. 4. 1914.

[2] W. O. Dietrich, Zur Stammesgeschichte des afrikanischen Elefanten. Zeitschr. f. ind. Abstammungslehre. **10**. H. 1 u. 2. 1913.

[3] C. Bortolotti, Denti di Proboscidati, di Rhinoceronte e di Ippopotamo ect. Riv. ital. Palaeontolog. **10**. 1904.

deutlichere und häufigere Anklänge an *El. antiquus* gefunden werden. Der Besprechung der beiden pliocänen Arten schickt SCHLESINGER eine Erörterung voraus über die wesentlichsten Unterschiede zwischen den Molaren des *El. antiquus* und denen des *El. trogontherii*, deren Ergebnis ihm als Basis dient zur Beurteilung *antiquus*-artiger Merkmale bei den pliocänen Arten. Über die Form der Schmelzfigur, die in den späteren Ausführungen eine gewichtige Rolle spielt, heißt es bei *El. antiquus* p. 37: „Rhombische Form der Schmelzfiguren mit medianer Zipfelbildung vorne und hinten." Hierzu ist zu bemerken, daß ebenso häufig wie rhombische Formen breitrechteckige oder dachförmige vorkommen, letztere mit fast gerade verlaufender Vorderkante und firstartig geknickter Hinterkante. Dieser Typus findet sich besonders im älteren Diluvium häufig und darf beim Aufsuchen antiquoider Merkmale bei älteren Formen deshalb nicht übergangen oder als weniger charakteristisch gewertet werden als rein rhombische Figuren. Ferner ist Zipfelbildung nach hinten und vorn keineswegs die Regel, im Gegenteil die weniger häufige Ausbildung bei *El. antiquus*; deutliche Zipfelbildung nach beiden Seiten ist kaum zahlreicher vertreten als gänzlich fehlende Zipfelbildung.

Bei Besprechung des Verschmelzungstyps des *El. antiquus* und *El. trogontherii* bemüht sich SCHLESINGER, die zwischen beiden Elefanten seinerzeit von mir dargelegten Unterschiede als möglichst durchgreifende, unüberbrückte hinzustellen. Hierin geht er viel zu weit. Bei *El. antiquus* heißt es p. 37: „Bei weiterem Tieferlegen der Schnitte werden sich diese seitlichen Kreise nur verhältnismäßig wenig und rasch vergrößern, dann gleichbleiben, die Mittelfigur aber wird von Anfang an ziemlich gleichbleiben." Bei *El. trogontherii* p. 37: „Diese (die seitlichen Ringe; Einfügung d. Verf.) nehmen aber beim Tieferlegen des Schnittes stetig an Länge zu, während die mäßig starke Mittelfigur je nach dem parallelen oder konvergenten Verlauf der Trennungsspalten gleichbleibt oder abnimmt." Es gibt nun aber recht viele Fälle, wo auch bei *El. antiquus* der lateral annular median lamellare Verschmelzungstyp durch Zunahme der lateralen und Abnahme der medianen Figur in einen intermediären mit drei ungefähr gleichgroßen Figuren übergeht. Ob die Verschmelzung mit einer sehr kleinen oder sehr großen medianen Figur, mit sehr großen oder sehr kleinen lateralen Figuren beginnt, in jedem Falle kann kurz vor Einschmelzung der 3 Teilfiguren in die volle Schmelzfigur ein intermediärer, lat. lam. med. lam. Verschmelzungstyp erreicht werden. An den direkt vor der Einschmelzung begriffenen Lamellen können sich also die Unterschiede ganz verwischen, die in diesem Merkmal die einzelnen Elefantenarten in den schwächer angekauten Lamellen zeigen. Es ist

deshalb, wie ich schon 1915, II. p. 41 ausführte, die oberste Partie der Lamelle, „wo die Unterschiede am augenfälligsten sind, wo Vergrößerungen und Reduktionen — wie sie im Laufe der Stammesgeschichte stattgefunden haben — sich am stärksten geltend machen. Es ist aus diesem Grunde wichtig, bei Vergleichen des Verschmelzungstyps gleich stark abgekaute Lamellen und, wo es angeht, wenig abgekaute zu vergleichen, an denen die 3 Teilfiguren sich eben aus der Fülle der Mammillen isoliert haben." Ich betone das hier nochmals gegenüber SCHLESINGER's Bemerkungen auf p. 58, Anm. 1.

Die von SCHLESINGER auf Grund der Literatur befürwortete scharfe Scheidung zwischen *El. trogontherii* und *El. antiquus* besteht in der Tat nicht; es gibt bei beiden Formen Abweichungen von diesem Extrem und, wie Fig. 1 zeigt, auch bei *El. antiquus* Zähne, die gar nicht in die von SCHLESINGER gezogenen Grenzen sich einfügen. Im übrigen kontrastiert diese nicht berechtigte enge Fassung des Verschmelzungstyps bei *El. antiquus* mit der Weitherzigkeit, mit der SCHLESINGER im nächsten Abschnitt dieses Merkmal bei einigen meiner intermediären Molaren betrachtet. Denn bei denjenigen dieser Molaren, die er zu *El. antiquus typus* stellt, entspricht der Verschmelzungstyp oder richtiger die Art, wie bei weiterer Abkauung die Größenverhältnisse der 3 Teilfiguren sich ändern, keineswegs seiner oben zitierten Ansicht.



Fig. 1.
M I max. von *El. antiquus* von Taubach. ca. $\frac{3}{5}$ n. G.
Original im Museum Darmstadt.

Die Voraussetzungen, mit denen SCHLESINGER an die Beurteilung antiquoider Merkmale bei *El. planifrons* und *El. meridionalis* herantritt, kann ich nach dem Gesagten nicht in vollem Maße billigen.

Bedingt schon diese Verschiedenheit in der Auffassung des *Antiquus*-Charakters eine verschiedene Ausdeutung einzelner Merkmale der in der Literatur abgebildeten Zähne, so wird hier der Unterschied zwischen SCHLESINGER und mir noch durch zwei weitere

Momente verschärft. Das ist einmal die nicht ganz gleichmäßige Behandlung der Zähne des *El. meridionalis* und *El. planifrons* durch Schlesinger, zum andern augenscheinlich ein Mangel an praktischer Erfahrung, wie er zu bescheidener Beschäftigung mit Originalmaterial entspringt. Ad 1 führe ich folgende Beispiele auf:

An dem von Weithofer[1] Taf. VI Fig. 1 abgebildeten Zahn charakterisiert Schlesinger die Zipfelbildung als „nach hinten, gering". Sie ist aber an verschiedenen Lamellen viel ausgeprägter als an dem von Falconer[2] Taf. 6 Fig. 4 abgebildeten Zahn von *El. planifrons*, für den Schlesinger für die Zipfelbildung angibt: „am 4. Joch vorn und hinten typisch". Der stärkere Grad der Verkleinerung der *Meridionalis*-Zähne darf doch nicht zu solchen Fehldeutungen führen, die den Wert der Merkmalsstatistiken sehr herabdrücken.

Der Konstatierung des Verschmelzungstyps lat. lam. med. an. an einem M III mand. von *El. planifrons* (Falconer, Taf. XII Fig. 13a) fügt Schlesinger die Bemerkung bei: „durch große Zementzwischenräume zw. d. Ell. gänzlich atypisch." Entsprechende Zementzwischenräume zeigt ein M II max. von *El. meridionalis* (Weithofer, Taf. IX Fig. 2), wo Schlesinger lediglich den Verschmelzungstyp lat. lam. med. an. registriert, ohne etwas Atypisches hervorzuheben. Weit bedeutendere Zementzwischenräume weist schließlich ein M III mand. von *El. meridionalis* auf (Weithofer, Taf. X Fig. 1); auch hier stellt Schesinger nur den Verschmelzungstyp lat. lam. med. an. fest, ohne diese Feststellung wie bei dem *Planifrons*-Zahn durch eine Bemerkung einzuschränken.

Solcher Ungleichmäßigkeiten in der Behandlung beider Arten ließen sich eine ganze Anzahl aufführen. Da sie praktisch jedesmal darauf hinauslaufen, *El. planifrons antiquus*-artiger erscheinen zu lassen als *El. meridionalis*, was Schlesinger beweisen will, so kann man den Gedanken an eine subjektive Färbung kaum unterdrücken, die Schlesinger selbst unbekümmert und ohne jeden Anhaltspunkt einem Autor zutraut, dessen Angaben er an Darstellungen nicht nachprüfen kann.

In viel höherem Maße wird schließlich die Vergleichbarkeit seiner für *El. planifrons* und *El. meridionalis* aufgestellten Statistiken herabgedrückt durch eine Anzahl von Fehldeutungen. Ich kann hier nicht jede der von Schlesinger untersuchten Molarenabbildungen ausführlich besprechen. Ich beschränke mich auf die nötigsten Korrekturen und führe eine Reihe von *Planifrons*-Zähnen auf, deren Verschmelzungstyp Schlesinger als unklar oder nicht

[1] K. A. Weithofer, Die fossilen Proboscidier des Arnotales in Toskana. Beitr. z. Paläont. Österreich-Ungarns u. d. Orients. 8. 1890.

[2] H. Falconer, Fauna antiqua Sivalensis.

feststellbar angab oder überhaupt anders bestimmte als ich. Die Zähne sind in der Fauna antiqua Sivalensis abgebildet.

Taf. XI Fig. 6. Schlesinger gibt an: „lat. Ell. schwächer als die med., Mammillenzahlen: 1, 4, 1." Es ist gar nicht zu entscheiden, ob dem inneren Lateralpfeiler nicht 2 Mammillen zugehören; unter dieser Voraussetzung wäre dieser Lateralpfeiler ebenso stark als der mediane.

Taf. XI Fig. 7. Schlesinger schreibt: „zu stark abgekaut! vielleicht lat. lam. med. an." Die letzte angekaute Lamelle läßt deutlich eine annulare Medianfigur erkennen, nur verwischt eine innere Lateralfigur von annularer, eine äußere Lateralfigur von lamellarer Gestalt. Die sehr schwache Medianfigur charakterisiert den Bau der Lamelle unzweideutig.

Taf. XI Fig. 9. Diesen Zahn übergeht Schlesinger. Ich bestimme eine annulare Medianfigur, eine lamellare und eine annulare Lateralfigur und bezeichne diesen Verschmelzungstyp, der durch sehr schwachen Mittelpfeiler bedingt ist, als lat. lam. med. an.

Taf. XII Fig. 5a. Hier bestimmt Schlesinger im Gegensatz zu seinen Angaben von 1913 l. c. den Verschmelzungstyp als „ausgesprochen lat. an. med. lam.". Ich sehe, besonders deutlich am linken Zahn, eine sehr kleine, annulare Medianfigur, die weit nach außen liegt, flankiert von einer kleinen, etwas gestreckten Lateralfigur außen und einer sehr lamellaren Lateralfigur innen. Daß zu beiden Seiten der kleinen Mittelfigur die tiefsten Spalten verlaufen, diese Figur also wirklich das Abkauungsbild des Mittelpfeilers darstellt, zeigt der Grad der übrigen Einschmelzungen. Die aus der Mitte gerückte Lage des Mittelpfeilers ist nichts Außergewöhnliches. Taf. XI Fig. 9 zeigt dasselbe. Im übrigen pflegt bei allen Elefanten der innere Lateralpfeiler der Oberkiefermolaren höher und kräftiger zu sein als der äußere, wodurch der Mittelpfeiler und seine Abkauungsfigur mehr oder weniger aus der Mittelachse verschoben erscheint.

Taf. XII Fig. 6a. Schlesinger bestimmt im Gegensatz zu seinen Angaben von 1913 l. c.: „lat. an. med. lam. Verschmelzung". Die äußere Lateralfigur ist aber deutlich lamellar und fast halb so groß als die Medianfigur + innere Lateralfigur. Da die beiden letzteren schon verschmolzen sind, ist eine saubere Aufteilung schwer. Am nachfolgenden, noch in Mammillen aufgelösten Joch scheinen dem inneren Lateralpfeiler 2 Mammillen zuzugehören, jedenfalls sind 2 gegen die mittleren deutlich abgesetzt. Bei dem von Weithofer l. c. Taf. VIII Fig. 1 abgebildeten Zahn von *El. meridionalis* steht an der in Frage kommenden Lamelle die eine Seitenfigur zur Summe der Mittelfigur + andere Seitenfigur in ungefähr gleichem Verhältnis, die Mittelfigur ist sogar nicht unbeträchtlich größer als jede Seitenfigur (15 : 19,8 : 15 mm nach der Abbildung). Hier konstatiert Schlesinger „lat. u. med. lam.,

abnehmende med. Ellips.", ohne die beträchtlichere Größe der Medianfigur zu erwähnen. Das kontrastiert mit seiner neuen Beurteilung des *Planifrons*-Zahnes, für den ich den Verschmelzungstyp lat. lam. med. lam. bestimme.

Taf. XIV Fig. 8. SCHLESINGER bestimmt: „bloß zwei Figuren am vorletzten Joch, am letzten unklar". Ich sehe an dem Zahn, den ich in Fig. 2 darstelle, sehr klar die Verschmelzung lat.



Fig. 2. M III max. dextr. von *El. planifrons*. Indien. wenig kleiner als $\frac{1}{3}$ n. G. Nach FALCONER. Taf. XIV Fig. 8.

lam. med. an. am letzten Joch. Auch am vorletzten ist die nach vorn und hinten ausgebuckelte Figur des Mittelpfeilers sehr deutlich zu erkennen.

In ähnlicher Weise sind, um zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen, eine Anzahl von SCHLESINGER's Angaben über die Art der Zipfelbildung, die Form der Schmelzfigur bei *El. planifrons* und *El. meridionalis* (WEITHOFER's Abbildungen) zu korrigieren. Eine weitere Einzelaufführung würde diese Klarstellung aber zu „lang geraten" lassen, obgleich eine Gegenüberstellung einiger Zähne von *El. planifrons* und *El. meridionalis* zur Illustrierung

der SCHLESINGER'schen Ausdeutungsvarianten nicht uninteressant wäre. Es ist selbstverständlich, daß unter diesen Umständen die von SCHLESINGER dargestellten Verhältnisse ganz wesentlich von den wirklichen abweichen. Seiner Statistik antiquoider Merkmale bei *El. planifrons* und *El. meridionalis* stelle ich die folgende gegenüber, für die mir von *El. planifrons* das gleiche, für *El. meridionalis* außer dem bei WEITHOFER abgebildeten ein anderes, aber umfangreicheres Material zu Gebote stand als SCHLESINGER.

a) Der Verschmelzungstypus.

In umstehender Tabelle habe ich die Verschmelzungstypen, um ein genaueres Bild zu gewinnen, stärker gegliedert, als ich es für *El. planifrons* 1915 II getan habe. Daraus und aus der Tatsache, daß es mir möglich war, bei noch 3 Zähnen den Verschmelzungstyp sicher oder ziemlich sicher festzustellen, erklärt sich der geringe Unterschied zwischen den heutigen und den 1915 II gegebenen Zahlen. In zwei Fällen hat sich meine Deutung um eine Nuance verschoben, erreicht aber bei keinem auch nur im entferntesten das Ausmaß des Unterschieds, der bei einigen Zähnen zwischen SCHLESINGER's Ausdeutung im Jahre 1914 und derjenigen von 1916 besteht. Ich erwähne folgende Beispiele, die auch deshalb von Interesse sind, weil die ältere, unbeeinflußt von der später beginnenden Auseinandersetzung mit mir gewonnene Deutung mit der meinigen übereinstimmt.

Taf. XII Fig. 5a.

1914: „Das 2. Joch deutlich aus 6 Mammillen, welche an der nächsten Lamelle eine Verschmelzung mit schwächerem Mittelpfeiler aufweisen; allerdings ist die Fusion schon weiter vorgeschritten."

1916: „ausgesprochen lat. an. med. lam., Mammillenzahlen an diesem und den vorhergehenden Jochen: 1, 2, 2; 1, 3, 2; 1, 4, 2."

Taf. XII Fig. 6a.

1914: „Das 2. Joch von rückwärts aus 6 Mammillen, am III. Joch zu drei gleichen Pfeilern verschmolzen."

1916: „lat. an. med. lam.; Mammillenzahlen: 1, 3, 2."

Diese neuen Deutungen begründet SCHLESINGER gegenüber den abweichenden alten mit keiner Silbe. Mir scheint, daß eine so bedeutende „Schwenkung" in der Beurteilung von Tatsachen, die durch objektive Beobachtung festgestellt werden können, der von SCHLESINGER für sich in Anspruch genommenen „wissenschaftlichen Objektivität" kein besonderes Vertrauen gewinnt, zumal diese Schwenkung jedesmal aus einer für SCHLESINGER's Anschauungen ungünstigen, eine günstige Tatsache machte.

Aus unserer Tabelle geht für *El. planifrons* zunächst das mit aller Deutlichkeit hervor, was ich schon 1912 feststellte, SCHLESINGER aber glaubte bestreiten zu können, daß nämlich ein

Tabelle über den Verschmelzungstyp bei El. planifrons und El. meridionalis.

Größenstufe des Mittelpfeilers	Verschmelzungstyp	*El. planifrons*		*El. meridionalis* Oberpliocän von Süd-, Mittel- und West-Europa		*El. meridionalis* Gesamtes italienisches Oberpliocän		*El. meridionalis* Val d'Arno	
			%		%		%		%
Sehr kräftiger Mittelpfeiler	lat. an. med. lam.	0	0,0	2	4,4	2	7,4	1	5,2
Kräftiger Mittelpfeiler	lat. an. med. lam. (Mittelpfeiler nur wenig größer als Seitenpfeiler)	2	15,4	9	20,0	4	14,8	3	15,7
Schwacher Mittelpfeiler	lat. lam. med. lam. (die 3 Pfeiler gleich groß)	2	15,4	19	42,2	12	44,4	8	42,1
Sehr schwacher Mittelpfeiler	lat. lam. med. lam. Mittelpfeiler wenig kleiner als einer oder jeder Seitenpfeiler)	1	7,7	8	17,7	7	25,9	5	26,3
	verdächtig auf lat. lam. med. an.	2	15,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
	lat. lam. med. an.	6	46,2	7	15,5	2	7,4	2	10,5
		13		45		27		19	

„schwacher Mittelpfeiler" für diese Art charakteristisch ist. Denn „sehr schwachen" Mittelpfeiler besitzen unter den beurteilbaren Zähnen 69,3 %, „schwachen" Mittelpfeiler 15,4 %, im ganzen also 84,7 % aller Zähne. Bei *El. meridionalis* des Val d'Arno bilden Zähne mit schwachem Mittelpfeiler im ganzen zwar fast ebensoviel, nämlich 78,9 %, aber hier gehört die Hauptmasse, die bei *El. planifrons* mit 69,3 % die Gruppe mit „sehr schwachem Mittelpfeiler" bildete, mit 42,1 % der Gruppe mit nur „schwachem Mittelpfeiler" an. Dasselbe gilt für die Statistik von *Meridionalis*-Zähnen aus dem gesamten italienischen Oberpliocän, wo 44,1 % mit „schwachem Mittelpfeiler" 33,3 % mit „sehr schwachem Mittelpfeiler" gegenüberstehen; dasselbe schließlich für alle mir in Originalen oder in der Literatur zugänglich gewesenen *Meridionalis*-Zähne aus europäischem Oberpliocän, für die ich entsprechende Prozentsätze von 42,2 und 33,2 berechnete. Ein Stärkerwerden des Mittelpfeilers von *El. planifrons* nach *El. meridionalis* hin ist demnach gar nicht zu bestreiten und SCHLESINGER's merkwürdiges Ergebnis, daß von *El. planifrons* nach *El. meridionalis* hin eine zunehmende Reduktion des Mittelpfeilers stattgehabt hätte, entspricht den Tatsachen ganz und gar nicht. Wir werden darauf später nochmals zurückkommen. Von einer besonderen Ähnlichkeit zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* in der Pfeilerausbildung resp. dem Verschmelzungstyp kann demnach gar keine Rede sein. In diesem Merkmal ist *El. planifrons* vielmehr weiter als *El. meridionalis* von *El. antiquus* entfernt. Eine wesentliche Stütze der von SCHLESINGER befürworteten Phylogenie verliert damit allen Boden.

b) Die Kaufläche.

Gestattet das Material des *El. planifrons* für die Beurteilung der Pfeilerentwicklung in gewissen Grenzen die Anwendung der statistischen Methode, so ist das nicht mehr möglich bei einem Vergleich der Kauflächenform. Denn diese hängt, wie ich 1915 II ausführte, wesentlich ab vom Abkaunngsgrad eines Zahnes. Schon bei nicht verletzten Zähnen einer Zahnserie werden deshalb Vergleiche nur mit Vorsicht vorzunehmen sein; wie viel mehr bei Vergleichen von ganz verschiedenen Zahnserien von ganz verschiedenem Abkauungsgrad bei vielfach fragmentärer, das Gesamtbild der Kaufläche wesentich beeinflussender Erhaltung. Diese Tatsachen, die jedem, der sich mit Originalmaterial beschäftigt hat, bekannt sind, halten SCHLESINGER nicht ab, das unter sich ganz ungleichwertige *Planifrons*-Material statistisch zu verarbeiten. Er findet bei *El. planifrons* rechteckige und ovale Formen „in fast gleicher Anzahl". In seiner Tabelle III zähle ich allerdings 7 rechteckige und 12 ovale. An anderer Stelle p. 45 heißt es: „Die Kauflächenform zeigt zwar, wie meine Tabellen erweisen, bei *El. planifrons* öfter das zur Bandform überleitende Rechteck" etc.

Prüft man diesen Satz an Schlesinger's eigenen Tabellen nach und läßt die als ‚hinten oval, vorn rechteckig' bezeichneten Stücke fort, obwohl sie doch eher zur ovalen Gruppe gehören und nicht zur Bandform überleiten, so erhält man für die ovale Gruppe 10, für die rechteckige 7. Mit Staunen konstatiert der Leser solche Widersprüche zwischen Text und Tabellen, viele werden sich allerdings im guten Glauben an die „wissenschaftliche Objektivität" des Autors der Täuschung durch solche Beweisführung nicht haben entziehen können.

Stellen wir uns auf den Boden von Schlesinger's Molarenkenntnis und verfahren auch wir hier statistisch! Zunächst überwiegen schon in Schlesinger's Zusammenstellung ovale Kauflächen. In noch stärkerem Maße ist das nach meinen Beobachtungen der Fall, 18 ovalen stehen 5 rechteckige gegenüber, von denen nur eine als fast bandförmig bezeichnet werden kann. Schlüsse dürfen aus diesem Resultat bei der Ungleichwertigkeit des Materials natürlich nicht gezogen worden. Eines zeigt sich aber jedenfalls klar, daß auch auf dieser Basis eine besonders enge Beziehung zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* mit seinen vorwiegend bandförmigen Kauflächen nicht bewiesen werden kann.

c) Die mediane Zipfelbildung.

Ein weiteres starkes Argument für seine Anschauung sieht Schlesinger in einem „häufigen" Auftreten medianer Zipfel an den Schmelzfiguren des *El. planifrons*. Als mediane Zipfel oder Zackenbildung zählt er aber nicht nur wirkliche Zipfel, die mit denen bei *El. antiquus* eine gewisse Ähnlichkeit haben, sondern auch ganz grobe, schiefe Aufwulstungen der Schmelzfigur, flache Aufbuckelungen des Mittelteils, wie sie *El. meridionalis* und *El. trogontherii* oft zeigen, flache Aufwölbungen des Mittelteils in 1 und 2 Wellen. Auf diese Weise wird morphologisch Vielartiges und zumeist gar nicht *Antiquus*-artiges zusammengefaßt und so eine hohe Zahl von Fällen herausgefunden, bei denen hinten und vorn starke „Zacken" vorspringen. Damit kommt er zu dem Resultat: „unter 21 konstatierbaren Molaren fehlen Zacken überhaupt nur an 5, von den übrigen 16 sind 2 atypisch, 2 schwach, 12 stark und vorn und hinten (distal und proximal) entfaltet". Hierzu wäre zunächst einschränkend zu bemerken, daß das nicht für alle Lamellen dieser Zähne, nicht einmal für die Mehrzahl ihrer Lamellen gilt.

Scheidet man die Fälle aus, wo flache Wellung, einfach oder doppelt, und keine Zipfelbildung vorliegt, so erhält man folgende Übersicht: Aufwulstung, Zipfelung oder Zackung nach beiden Seiten zeigen mehr oder weniger deutlich 8 Molaren, nur nach hinten 3, gar nicht 10. Unter den 8 + 3 besitzen dies Merkmal stets nur 1 oder einige Lamellen und meist in einer Ausbildung, die an relativem Ausmaß, Regelmäßigkeit der Entwicklung und der Form

des vorspringenden Teils mit *El. antiquus* gar nichts gemein hat. 5 von diesen 11 Molaren zeigen an einzelnen Lamellen Zipfelbildung, die als *antiquus*-haft oder *antiquus*-ähnlich bezeichnet werden kann. In 2 Fällen, nämlich Taf. XI Fig. 1 und Taf. XII Fig. 5a, handelt es sich um Zahnpaare, und dort zeigt dieses Merkmal stets nur der eine Zahn, während die Zipfelung an der entsprechenden Schmelzfigur des anderen in recht abweichender, nicht *antiquus*-artiger Ausbildung auftritt.

In diesem Merkmal *antiquus*-artig „gefestigt" erscheint *El. planifrons* also durchaus nicht, wie SCHLESINGER glauben machen will. Zudem ist Zipfelung nach vorn und hinten keineswegs ein konstantes Merkmal des *El. antiquus*, im Gegenteil zeigen gerade die altdiluvialen Vertreter dieser Art einseitige Zipfelung nach hinten besonders häufig, und stets in Formen, wie sie *El. planifrons* nur in sehr seltenen Fällen aufweist.

Auch diese wesentliche Stütze SCHLESINGER'scher Beweisführung erweist sich als haltlos.

d) Schmelzfigur.

Bleibt noch die Form der Schmelzfigur. Hier kann SCHLESINGER unter 21 Molaren nur „zwei Fälle" namhaft machen, an denen „einzelne Lamellen geradezu den Ausbildungsgrad, wie er für *El. antiquus* bezeichnend ist", erreichen. Für eine dieser Schmelzfiguren hebt er die Ähnlichkeit mit der *Africanus*-Figur hervor. In beiden Fällen handelt es sich um Zahnpaare, in beiden zeigen eine solche Rhombenform einzelner Schmelzfiguren nur Lamellen eines Zahnes, sie fehlen dem anderen. In beiden Fällen handelt es sich nicht um Zähne, die neben einem solchen „*Antiquus*-Charakter" auch noch weitere führten; sie entfernen sich vielmehr im Verschmelzungstyp, im massigen Bau und der ovalen Kaufläche weit von der diluvialen Art. Bedenkt man, daß unter 78 nach FALCONER's Abbildungen beurteilbaren Schmelzfiguren des *El. planifrons* nur 5 oder 6 rhombischen Charakter tragen, so wird man auch für dieses Merkmal zugeben, daß *El. planifrons* nicht im Sinne eines direkten Vorläufers des *El. antiquus* „gefestigt" erscheint. Die charakteristischen Merkmale der *Planifrons*-Molaren sind *El. antiquus* durchaus fremd. Es ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert, daß FALCNER den Zahn Taf. XIV Fig. 8, siehe unsere Abbildung 2 auf p. 226, als „charakteristisches Stück" bezeichnet; hier wird niemand, weder in der Form der Schmelzfiguren, noch im Verschmelzungstyp, noch in der Zipfelbildung, antiquoide Einschläge erkennen wollen.

Eine unvoreingenommene Prüfung der abgebildeten *Planifrons*-Molaren ist den SCHLESINGER'schen Anschauungen sehr ungünstig. Sie zeigt uns für jedes wichtige Merkmal den weiten Abstand, der zwischen dieser Art und *El. antiquus* besteht, er-

weist auf das deutlichste, daß in der siwalischen Art keinesfalls der direkte Vorfahr des diluvialen Waldelefanten gesehen werden darf. SCHLESINGER's Versuch, eine solche direkte Vorfahrenschaft aus einem Vergleich der Dentitionen beider Arten zu beweisen, ist gänzlich mißglückt. Er zeigt uns wiederum, daß für den Autor eine eingehende Beschäftigung mit umfangreichem Originalmaterial unerläßlich ist, will er mit Erfolg an die Ausdeutung abgebildeter Molaren herantreten. Eine solche Grundlage gibt ihm zugleich einen festen Halt, Zahnmaterial verschiedener Arten objektiv zu beurteilen, ohne Gefahr zu laufen, in seinem Urteil vom Druck einer vorgefaßten Meinung beeinträchtigt zu werden.

(Schluß folgt.)

Personalia.

Angenommen: Prof. Dr. L. Milch in Greifswald einen Ruf als Nachfolger von Geh. Rat Prof. Dr. CARL HINTZE in Breslau.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die einfachen Schiebungen am Zinn und seine Zustandsänderung bei 161°.

Von **O. Mügge** in Göttingen.

Mit 3 Textfiguren.

An gegossenen Platten von Zinn wurde von mir 1899 festgestellt, daß das Zinn leicht einfache Schiebungen beim Hämmern etc. eingeht; da aber inzwischen Ewing und Rosenhain[1] über Beobachtungen gleicher Art berichtet hatten und mir Kristalle von Zinn zur näheren Untersuchung nicht zur Verfügung standen, unterblieb meinerseits eine Mitteilung darüber. 1909 hat dann J. Ganten im hiesigen Institute Versuche an kleinen, elektrolytisch abgeschiedenen Kristallen angestellt. Es gelang ihm, zu ermitteln, daß die Gleitfläche die am Zinn auch als Zwillingsfläche bekannte (331) und die zweite Kreisschnittsebene $(11\bar{1})$ (die gewöhnliche Zwillingsfläche), also die Grundzone [112] sei. Auch diese Untersuchung ist nicht veröffentlicht, indessen habe ich von ihrem Ergebnis im Handwörterbuch der Naturwissenschaften (5. p. 1147. 1914) Mitteilung gemacht. Neuerdings hat nun Gaubert[2] in Unkenntnis der eben gemachten Angaben einige Beobachtungen an derbem Zinn mitgeteilt, die zwar gegenüber Ewing und Rosenhain nichts Neues enthalten, mich aber veranlaßten, die Messungen an Ganten's Kristallen zu wiederholen und weitere Versuche anzustellen.

Ganten's Kristalle hatten wesentlich die Form {111}, z. T. mit kleinem {101} und sehr schmalem {110}, sie waren z. T. ähnlich jenen von v. Foullon[3] eigentümlich gruppiert, zum großen Teil verzwillingt nach {111}, z. T. auch nach {331}, letztere ähnlich den sog. herzförmigen Zwillingen des Rutils. Sie waren sehr zart und klein (nur bis etwa 2 mm) und gestatteten nur wenige und wenig genaue Messungen, da ihre Flächen uneben waren und sich

[1] Phil. Trans. Roy. Soc. London. A, **193**. 369. 1899.

[2] Chem. Centralbl. 1915. I. 1327. Die Originalarbeit (Compt. rend. **159**. 680. 1914) ist mir erst jetzt zugänglich geworden.

[3] v. Foullon, Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien. **34**. 369. 1884. Nach Rammelsberg (Kryst.-phys. H. I. 144. 1881) sollten die Miller'schen Kristalle dünne achtseitige Prismen {100} . {110} gewesen sein; mir vorliegendes Material von Miller (aus der Wöhler'schen Sammlung), das allerdings die Form nur selten noch gut erkennen läßt, da es größtenteils in graues Zinn verwandelt ist, zeigt vorherrschend zweifellos {111} und scheint auch in der Gruppierung der Kristalle dem Ganten'schen ähnlich.

bei Druck nicht allein nach der Gleitfläche verschoben, sondern auch unregelmäßig verbogen. Fig. 1 zeigt einen nur etwa 1 mm großen Kristall der Form $\{111\}$ mit Lamellen nach den Flächen (331) und $(33\bar{1})$, deren Grenzflächen auf (111) und $(1\bar{1}1)$ und z. T. auf den symmetrisch zu letzteren liegenden Pyramidenflächen meßbar waren.

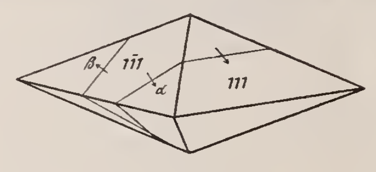


Fig. 1.

Für $K_1 = (331)$ und $\sigma_2 = [112]$ lautet die Transformationsformel[1]:

$$\begin{aligned} \varrho h_1' &= -h_1 + 3h_2 + 6h_3 \\ \varrho h_2' &= 3h_1 - h_2 + 6h_3 \\ \varrho h_3' &= h_1 + h_2 - 2h_3 \end{aligned}$$

ebenso für $K_1 = (33\bar{1})$ und $\sigma_2 = [11\bar{2}]$:

$$\begin{aligned} \varrho h_1' &= -h_1 + 3h_2 - 6h_3 \\ \varrho h_2' &= 3h_1 - h_2 - 6h_3 \\ \varrho h_3' &= h_1 + h_2 + 2h_3 \end{aligned}$$

Danach wird in der Lamelle α (Fig. 1) verschoben:

111 in 111
$1\bar{1}1$ in $15\bar{1}$
$1\bar{1}\bar{1}$ in $51\bar{1}$

ebenso in der Lamelle β:

$1\bar{1}1$ in $51\bar{5}$.

Daraus berechnen sich bei Zugrundelegung des Achsenverhältnisses von Miller[2] folgende Winkel, die mit den (z. T. nur sehr unsicher meßbaren) verglichen sind:

$111 : \alpha(111)$	$= 5°39'$ ber.,	$5°25'$ gem.
$\bar{1}\bar{1}1 : \alpha(\bar{1}\bar{1}1)$	$= 1\ 29$ „	$2\ 0$ „
$1\bar{1}1 : \alpha(1\bar{1}1)$	$= 3\ 53$ „	$3\ 21$ bis $4°22'$ gem.

Lamellen nach Flächen einer anderen Form, besonders auch nach der gewöhnlichen Zwillingsfläche $\{111\}$ wurden nicht beobachtet; wohl aber ließ sich an Gußstücken, deren ebene Unterfläche

[1] Vertauscht man die Formen erster und zweiter Stellung, so wird das Verschiebungsschema reziprok zu dem des Rutils und man kann die einfachere Transformationsformel des letzteren anwenden:

$$h_1' : h_2' : h_3' = 2h_1 : h_1 - 3h_3 : -(h_2 + h_3).$$

[2] Pogg. Ann. 58. 660. 1843.

sich der Lage {001} stark näherte, öfter erkennen, daß Lamellen nach allen vier Flächen {331} vorhanden waren und daß die Gußfläche Verschiebungen in dem richtigen Sinne und annähernd von dem zu erwartenden Betrage erfahren hatte [1].

Da es nicht gelang, bessere Kristalle als die GANTEN's zu erhalten, die beim Erstarren auch nur kleiner Mengen von Zinn kristallisierten Massen aber sehr grobkörnig sind, wurde versucht, an diesen genauere Messungen anzustellen. Dazu wurde Zinn in parallelepipedische Formen von ungefähr 3 : 1,5 : 1,5 cm Kantenlänge gegossen, und zwar in ein Gefäß aus trübem Quarzglas, das aus einer polierten Bodenplatte und vier rechtwinklig geschliffenen und polierten Seitenwänden bestand, die während des Gusses durch

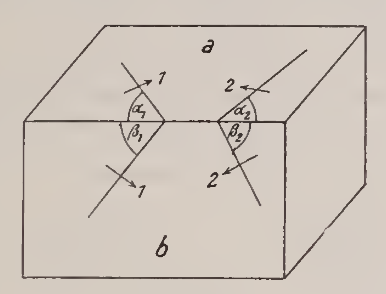


Fig. 2.

eine Schraubzwinge zusammengehalten wurden; die Seitenstücke waren hinreichend rechtwinklig (und zwei davon gleich lang), um das Auslaufen von Zinn zu verhüten. Die zahlreichen Luftbläschen des Quarzglases vermindern zwar etwas die Güte der Flächen der Gußblöcke, machen sie aber nicht unbrauchbar, andererseits ist solches „Quarzgut“ viel billiger als ebenso große Stücke von tadelloser Beschaffenheit.

Durch einen leichten Schlag, der am besten nicht gegen Kanten und Ecken gerichtet ist (was leicht stärkere Verbiegungen bewirkt), sondern gegen die kleinste Fläche des Gußblocks, entstehen meist zahlreiche Lamellen, die durch ihren Verlauf erkennen lassen, daß die Gußblöcke meist nur aus wenigen großen Individuen bestehen; die Lamellen werden bis 1 mm breit und sind also gut meßbar.

Um die Beobachtungen an den Kristallen bestätigen zu können, mußten die Indizes von Teilen der Seitenflächen des Blocks, die demselben Individuum angehören, ermittelt werden.

---

[1] {001} wird stets in eine Fläche der Form {331} verschoben; es ist daher der Winkel zwischen ihr und der Fläche der Lamelle gleich $180^\circ - 3\alpha = 4^\circ 18'$, wenn man unter α den Winkel 001 : 331 versteht. Dieser Winkel ist also zur besonders genauen Ermittlung des Achsenverhältnisses geeignet; {001} ist aber bisher anscheinend nicht beobachtet.

Die Annahme, daß die Gleitflächen tatsächlich der Form {331} angehören, kann man zunächst dadurch prüfen, daß man die Spuren solcher Lamellen zur Kante zweier Gußflächen, z. B. a und b (Fig. 2) ermittelt, welche nicht parallel laufen, aber auf beiden Flächen durch ihre Durchkreuzung anzeigen, daß sie demselben Individuum angehören und die sich zugleich mit Sicherheit über die Kante a : b verfolgen lassen. Die verschobenen Flächenteile von a und b zweier derartiger Lamellen 1 und 2 sollen im folgenden mit a_1, b_1 und a_2, b_2 bezeichnet werden. (Die Pfeile an den Lamellen geben die Richtung, in der sie nach unten einfallen, wenn die Hauptfläche horizontal nach oben gewendet ist.) Es zeigte sich, daß die Lamellen zwar im allgemeinen ziemlich geradlinig verlaufen, aber vielfach auskeilen, so daß sich die Winkel α_1, β_1 und α_2, β_2 kaum bis auf 1^0 genau ermitteln ließen. Es wurden deshalb der Rechnung nur Winkel der Flächen zugrunde gelegt, da sich diese bei sorgfältiger Abblendung verbogener oder zu fein gestreifter Teile bis auf 1′ genau messen ließen (Normalenwinkel):

1. a : b = 90° 4′ 50″

2. a_1 : b = 92° 4′ —	6. a_1 : a = 3° 48′ 30″
3. a_2 : b = 90 40 15″	7. a_2 : a = 3 19 40
4. b_1 : a = 90 56 —	8. b_1 : b = 1 58 30
5. b_2 : a = 91 35 10	9. b_2 : b = 3 15 20

Hieraus kann man zunächst α_1, α_2 und β_1, β_2 berechnen, und zwar genauer, als sie direkte Messung u. d. M. ergibt, vorausgesetzt, daß die Winkel 1)—9) bis auf wenige Minuten genau sind, denn da sich 2)—5) nur wenig von 1) entfernen, weil 6)—9) nur klein sind, ziehen auch kleinere Fehler in ihrer Bestimmung schon erhebliche Fehler von α_1, α_2 etc. nach sich. Als Neigung der beiden Gleitflächen für die Lamellen 1 und 2 wurde gefunden:

1 : 2 = 180° — 63° 42′ 40″

gegenüber 180 — 62 50 (Miller)

(während aus den ebenen Winkeln α und β sich ergab 180° — 64° 55′).

Aus dem Winkel 1 : 2 folgt zugleich, daß die Gleitflächen 1 und 2 zwei in einer Randkante zusammenstoßenden Flächen der Form {331}, also etwa (331) und ($\bar{3}\bar{3}1$) angehören, und daraus ergibt sich die Möglichkeit, die Indizes der Gußflächen a und b für das Individuum, welchem die Lamellen 1 und 2 angehören, zu berechnen, damit auch die Indizes ihrer verschobenen Teile und die gemessenen Winkel zwischen Lamellen und Hauptflächen mit jenen zu vergleichen, welche die Umlagerungen nach dem Ganten'schen Schema verlangen.

Die Indizes der Flächen a und b, bezogen auf das Miller'sche Achsenverhältnis, waren danach folgende:

a = — 0,5758 : 0,6891 : 0,4616
b = 1,1031 : — 1,8343 : 0,6413

Die Indizes ihrer mit der Lamelle 1 verschobenen Teile:

$a_1 = 5{,}4125 : 0{,}2529 : -0{,}8098$
$b_1 = -2{,}7583 : 8{,}9914 : -2{,}0137$

ebenso der mit der Lamelle 2 verschobenen Teile:

$a_2 = 0{,}1262 : 5{,}1858 : 1{,}0364$
$b_2 = 10{,}4538 : -1{,}2961 : 0{,}5514$

Daraus berechnen sich folgende, mit den gemessenen verglichene Winkel:

	ber.	gem.	Diff.
$a : a_1 =$	3° 36,5′	3° 19,5′	+ 0° 17′
$b : b_1 =$	3 30,5	3 15,5	+ 0 15
$a : a_2 =$	4 7,5	3 48,5	+ 0 19
$b : b_2 =$	2 8	1 58,5	+ 0 9,5

Die berechneten Werte sind also alle etwas größer als die gemessenen, und zwar um so mehr, je größer sie sind; daraus wird es wahrscheinlich, daß sich der Winkel $K_1 : K_2 = K_1 : \sigma_2$ noch mehr 90° nähert, als aus Miller's Achsenverhältnis folgt. Trotzdem wurde davon abgesehen, ein neues Achsenverhältnis aufzustellen, da, wie oben bemerkt, die an den Gußblöcken meßbaren Winkel zu Fundamentalwinkeln nicht sehr geeignet sind. Im übrigen bestätigen diese Messungen an 4 Flächen allgemeinster Lage durchaus das Ganten'sche Schema.

Die Zwillingsbildungen des tetragonalen Zinns nach {111} und {331} sind wie jene des Rutils pseudohexagonal; da sie aber bei erhöhter Temperatur (bis 220°) nicht merklich leichter (oder gar „von selbst") vor sich gehen, ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß sie mit der bei 161° angenommenen Zustandsänderung zusammenhängen. Die einfache Schiebung konnte aber eine Möglichkeit bieten, das Auftreten und gegebenenfalls die Symmetrie jener neuen Modifikation zu erkennen. Werner[1] nimmt an, daß sie mit der zuerst von Trechmann[2] und dann von v. Foullon[3] beschriebenen rhombischen Modifikation identisch sei. Wenn dies der Fall wäre, müßte man erwarten, daß mit der Umwandlung mit steigender Temperatur ein Zerfall bis dahin einheitlicher tetragonaler Kristalle in mehrere rhombische verknüpft wäre, so daß nach dem Wiedererkalten (und Rückverwandlung) ihre an dem Verlauf der Zwillingslamellen erkennbaren Grenzen andere geworden wären; ferner wäre im Moment der Umwandlung eine unstetige Änderung des Winkels zwischen Hauptfläche und ihren Lamellen zu erwarten.

[1] Zeitschr. f. anorg. Chemie. **83**. 292. 1913; das. Literatur.
[2] Mineralog. Mag. **2**. 186. 1879.
[3] Verhandl. geol. Reichsanst. Wien. 1881. 237.

Es konnte nun zunächst festgestellt werden, daß weder bei Temperaturen zwischen 161° bis nahe zum Schmelzpunkt, noch unterhalb 161° die Bildung neuer Lamellen ohne mechanischen Zwang stattfindet, daß auch unstetige Änderungen der genannten Winkel ausbleiben. Um dies zu prüfen, wurden aus deformierten Gußblöcken der oben beschriebenen Art kleine Stücke mit guten Reflexen von Hauptfläche und Lamelle herausgesägt und, gegebenenfalls nach weiterer Abblendung unscharfer Reflexe, der Winkel zwischen Hauptfläche und Lamelle bei je 5 Temperaturen zwischen 18° und 224° gemessen. Es ergaben sich folgende Änderungen:

I.		II.	
18°	3°42′30″	18°	1°52′40″
96	— 39 30	100	— 51 50
153,5	— 37 10	161	— 51 0
193	— 33 50	190,5	— 49 20
221	— 32 0	224	— 47 50

III.		IV.	
18°	3°36′30″	21,5°	2°52′10″
84,3	— 35 0	89	— 49 15
158	— 30 0	160	— 46 15
190	— 27 0	183	— 45 10
218,5	— 25 40	218	— 42 50

Die Fig. 3 läßt erkennen, daß in allen Fällen mit steigender Temperatur der Winkel zwischen Hauptfläche und Lamelle kleiner wird, und zwar anscheinend etwas beschleunigt, diese Verkleinerung ist zugleich der ursprünglichen Größe dieses Winkels annähernd proportional. Es weist dies, ähnlich wie bei Aragonit, auf eine Annäherung des Winkels $K_1 : \sigma_2$ an 90°, also auch an hexagonale Symmetrie hin, ohne daß diese aber bis nahe zum Schmelzpunkt auch nur entfernt erreicht würde. In keinem Falle ist außerdem im Gebiet oberhalb oder unterhalb 161° eine Unstetigkeit dieser Änderung auch nur angedeutet, oder um die Umwandlungstemperatur eine Änderung im Reflexbilde beobachtet, und mit der ursprünglichen Temperatur wurde in allen Fällen der ursprüngliche Winkel wieder erreicht.

Bei zweien der oben angeführten Präparate waren die gemessenen Lamellen durch Schlag bei einer Temperatur von 220°, also erheblich oberhalb der Umwandlungstemperatur, hervorgerufen; sie unterschieden sich weder in ihrem Verlauf noch im Winkel von den vorher und nachher bei gewöhnlicher Temperatur an demselben Stücke entstandenen, ebensowenig war dies bei anderen bei 220° deformierten der Fall. Auch ließ sich feststellen, daß die in manchen Gußstücken an der Form der Skelettbildungen erkennbaren Grenzen der Individuen, die also bei der Schmelztemperatur

selbst entstanden waren, mit denselben Grenzen, wie sie sich im Verlauf hervorgerufener Lamellen verrieten, übereinstimmten.

Im ganzen ergibt sich also, daß in zahlreichen Präparaten aus Schmelzfluß erstarrten Zinns kein kristallographisches Merkmal einer Umwandlung zwischen Zimmer- und Schmelztemperatur zu erkennen war. Sollte sie gleichwohl stattgefunden haben, so wäre anzunehmen, daß die neue Modifikation mit der gewöhnlichen tetragonalen kristallographisch sehr nahe verwandt wäre, und eine

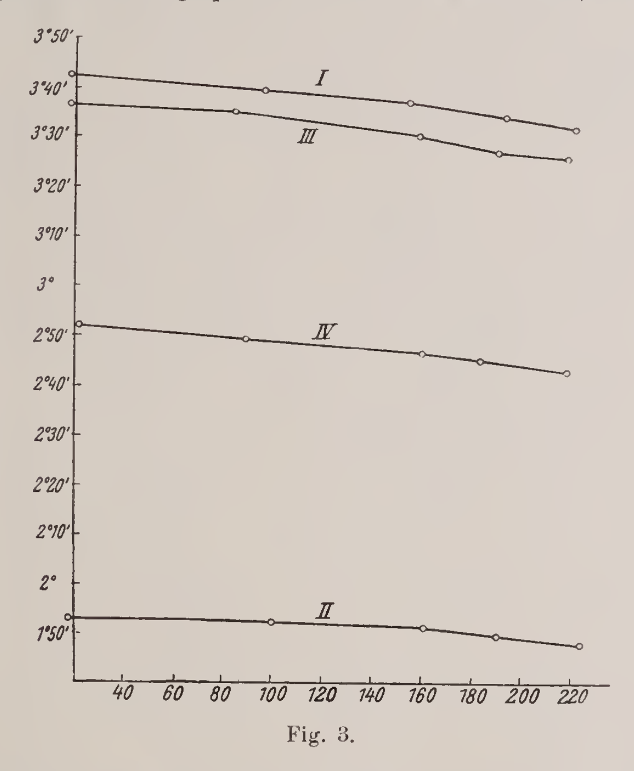


Fig. 3.

Veranlassung, sie mit der von TRECHMANN und v. FOULLON beschriebenen rhombischen zu identifizieren, läge nicht vor.

Wahrscheinlicher ist aber wohl, daß eine Umwandlung trotz der vielen Versuche nicht stattgefunden hat, wie es auch bei fast allen Versuchen WERNER's der Fall war. Da v. FOULLON die Vermutung ausspricht, daß sehr langsame Abkühlung die Entstehung der rhombischen Modifikation begünstigt, wurde eine Anzahl von Zinnblöcken, an denen vorher Lamellen erzeugt waren, 6 Tage zwischen 175—186° erhalten, dann schnell abgekühlt und von neuem deformiert; sie verhielten sich nachher wie vorher.

Können die Tektite als Kunstprodukte gedeutet werden?

(Eine Bejahung.)

Von **Friedrich Berwerth.**

In meinem letzten Berichte „Über die Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900“[1] habe ich eine kurze Inhaltsangabe über die Arbeit von Prof. Franz E. Suess: Rückschau und Neueres über die Tektitfrage[2], gegeben und derselben folgende eigene Bemerkungen angefügt: „Im allgemeinen hält der Verfasser seine ursprüngliche Auffassung über den meteorischen Charakter der Tektite aufrecht mit der Einschränkung, „daß er vor 15 Jahren. in spekulativen Versuchen alle Einzelheiten der Moldavitskulptur zu erklären, zu weit gegangen ist“ und bekennt, „falls Daubrée's Piezoglyptentheorie, im Sinne Berwerth's, gänzlich hinfällig wird, so wird auch der Deutung der Moldavitskulptur eine wichtige Stütze entzogen“, und fügt dann hinzu, daß mit dem Verlust dieses Argumentes für den kosmischen Ursprung der Tektite noch kein Argument für deren Herleitung von irdischen Vulkanen gewonnen sei. Hierzu möchte der Referent bemerken, daß ihm außer der Annahme von meteorischer oder irdisch vulkanischer Abstammung der Tektite noch ein dritter Weg gangbar erscheint, der Lösung des „Tektitproblems“ näher zu kommen. Ich meine die Vornahme einer fachmännischen Prüfung der Tektite auf „Kunstprodukte“. Eine solche Untersuchung wäre an den gepreßten, Gußformen ähnlich sehenden Australiten und den geflossenen Schlackenfetzen gleichenden Queenstowniten zu beginnen. Wenn sich die Aussicht gewinnen ließe, die Tektite der beiden genannten Gruppen als die einzigen Überreste einer auf den australischen Ländern in einer weit zurückliegenden Urzeit bestandenen und durch die Bildung der gegenwärtig bestehenden Oberflächenverhältnisse vernichteten Kulturepoche zu erkennen, so müßte ein solches Resultat im Denken der Urgeschichtsforscher lebhafte Anregung auslösen. Ich denke nicht daran, die Tektite als für den Gebrauch hergestellte Gläser anzusehen, dazu fehlt ihnen alles, was ein Gebrauchsglas verlangt. Aber man fühlt sich angesichts der merkwürdigen hunderterlei Formen und der schwankenden, stöchiometrischen Gesetzen abgewandten Zusammensetzung der Tektite versucht, besonders die Queenstownite für mögliche Nebenprodukte irgendeines Schmelzprozesses zu halten. Zur Garmachung von Schmelzen wird ja heute noch „Sand“ als Zusatz verwendet. Vergleicht man die Zusammensetzung von Sandsteinen mit den Tektitanalysen, so zeigt sich innerhalb der erlaubten Grenzen zwischen beiden

[1] Fortschr. d. Min., Krist. u. Petrogr., herausgeg. i. Auftrage d. Deutsch. Min. Ges. von G. Linck. 5. Jena 1916. p. 288.

[2] Mitt. d. Geol. Ges. in Wien. 7. 1914. p. 51—121.

Reihen eine verwandte Zusammensetzung und lassen sich beiderlei Analysen widerspruchslos in Parallele stellen. Damit würden die Tektitanalysen den Ausdruck eines mechanisch gemengten, in Schmelze verwandelten Zufallsgebildes wiedergeben. Es erscheint mir nicht aussichtslos, im Verfolge dieser Betrachtungsweise manche „Zwangsvorstellungen“ in der bisherigen Deutung der Tektite zu beseitigen und einen glatten Zusammenhang zwischen dem äußeren und inneren Wesen der „Tektitgläser“ herzustellen.“

Der Wortlaut der vorstehenden Notiz bezeugt, daß er als eine Anregung dazu gedacht war, es mögen die Queenstownite und in zweiter Linie die Australite nach einer bisher nicht betretenen Richtung hin, nämlich von Urgeschichtsforschern einer fachmännischen Prüfung zugeführt werden, von deren Untersuchungsergebnis ich einen förderlichen Beitrag zur Lösung des Tektitproblems erwarte.

Ich mache dann die positive Angabe, daß die chemische Zusammensetzung der Queenstownitschlacken mit Analysen von Sanden, beziehungsweise Sandsteinen sich in Vergleich bringen lasse, woraus man dann schließen dürfe, daß zu irgendwelchen Schmelzen verwendeter Sand als schlackiges Nebenprodukt abgefallen sei.

Prof. Suess hat nun meine eng umschriebene Anregung zu einer auf historischer Grundlage zu führenden Spezialuntersuchung der Queenstownite und der Australite mehr als einen Breitangriff auf die kosmische Herkunft der Tektite empfunden, denn er hat meine Notiz mit einer Art Generalverteidigungsschrift seiner Tektittheorie beantwortet, worin er die „alten Gründe z. T. in vervollständigter und, wie er glaubt, in verbesserter Fassung“ zusammengestellt hat [1]. In seinen Ausführungen sucht er zu zeigen, daß ich die „Eigenschaften der Tektite nicht richtig gekennzeichnet habe“, er entrüstet sich über das Ausrufungszeichen hinter dem Satz: „Der Kieselsäuregehalt der Tektite schwankt demnach zwischen 69 und 89 %!“, und findet es ferner verwunderlich, daß ich von einer „schwankenden Zusammensetzung der Tektite spreche“, wo das genaue Gegenteil aus den Analysen zu ersehen sei. Meiner Bemerkung, „es wären die Queenstownite für mögliche Produkte irgend eines Schmelzprozesses zu halten“ und Tektitanalysen mit Sandsteinanalysen in Vergleich zu bringen, wird in der Verteidigungsschrift, ganz gegen mein Erwarten, keine Erwähnung getan.

In einem Vortrage über „Oberflächenstudien an Meteoriten“ [2] habe ich in einer Gegenüberstellung der Gestalten und Oberflächenerscheinungen an den echten Meteoriten und der Moldavite zur Tektitfrage Stellung genommen. Da sich seither in meinen Anschauungen nichts geändert hat, verweise ich auf die dort auf-

[1] Dies. Centralbl., Jahrg. 1916. No. 24. p. 569—578.

[2] Tschermak's Min.-petr. Mitt. 29. 1910. p. 153—168.

geführten maßgebenden Unterschiede in den Formen und Oberflächenerscheinungen zwischen den echten Meteoriten und den Tektiten.

Hier muß ich mich jedoch zu einer kurzen Erwiderung der Auslassungen von Prof. Suess entschließen, um seine mißverständliche Deutung meiner Bemerkungen über die chemischen Beziehungen der Tektitgruppen zu einander zu beseitigen.

Mein Satz „Der Kieselsäuregehalt der Tektite schwankt demnach zwischen 69 und 89 %!" und meine Erwähnung von der „schwankenden stöchiometrischen Gesetzen abgewandten Zusammensetzung der Tektite" stützen sich auf das Mißverhältnis, das zwischen der Zusammensetzung der Moldavite, Billitonite und Australite einerseits und den Queenstowniten andererseits besteht. Ein Gestein, das an 90 % Kieselsäure enthält, muß als ein Quarzgestein angesprochen werden. Die Umschau nach einem ähnlichen hochsauren irdischen Eruptivgestein versagt, denn selbst die allersauersten Glieder eines granitischen Magmas (Granit, Quarzporphyr, Liparit) steigen über einen Prozentgehalt von 77 % Kieselsäure nicht hinaus. Da schon in unserm verhältnismäßig sauerstoffreichen Planeten keine solch übersauren, den Queenstowniten gleichenden magmatischen Schmelzflüsse auftreten, so müssen wir unter den auch von Suess zugegebenen Voraussetzungen, daß die Tektite aus gleicher Quelle wie die echten Meteoriten stammen, unsere Erwartungen auf solche hochsaure meteorische Gesteine tief herabdrücken. Wahl[1] hat unter Benützung der Bildungswärme der Oxyde eine Reihe des Oxydationsgrades der Elemente in den Meteoriten aufgestellt. In der folgenden Reihe würde jedes nachstehende Element mit geringerer Bildungswärme eher reduziert als das vorstehende. Die Reihe der betreffenden Elemente, auf die es ankommt, ist folgende: Mg, Ca, Al_2, Na_2, K_2, Mn, Si, C, Fe, Co, Ni, Cu_2. Darnach wären die irdischen Magmen bis über das Eisen hinaus und die Steinmeteoriten bis an das Eisen oxydiert. Da uns in den Steinmeteoriten nur basisches bis ultrabasisches Gesteinsmaterial bisher zugekommen ist, verbietet uns die Vorsicht ohne alles Erscheinen irgendwelcher Übergänge ein Vorkommen eines magmatischen 90 %igen Kieselsäuregesteins unter dem als normal bekannten Meteoritenmaterial vorauszusetzen. Selbst wenn wir uns eine saure Geisteinshülle, gleich der auf unserer Erde um den basischen Kern des betreffenden Weltkörpers gelegt denken, so besteht bei der herrschenden Sauerstoffarmut, die auf dem zertrümmerten Weltkörper in noch größerem Maße als auf unserer Erde bestanden hat, so gut wie gar keine Aussicht auf die Entstehung hochkieselsaurer Gesteine. Anderseits ist es ganz und gar unbegründet, auf einem kleineren vulkanischen Weltkörper Ab-

[1] Zeitschr. f. anorgan. Chem. **69**. 1911. p. 69.

lagerungen von Sanden, Sandsteinen oder Quarziten auch nur für möglich zu halten. Wir müssen also bei der Suche nach dem Herkommen des Tektitmaterials auf unserer Erde bleiben und auf ihr, wo wir uns besser auskennen als auf den Sternen, Umschau halten nach jenen Gesteinen, welche mit einer vielgradigen Wahrscheinlichkeit den Queenstowniten an die Seite gestellt werden können. Zu einer solchen Betrachtung können nur Quarzsande, Sandsteine und Quarzite herangezogen werden.

Wir wollen zunächst die beiden Queenstownitanalysen mit der chemischen Zusammensetzung von Sandsteinen in Vergleich stellen. Eine sehr große Auswahl von Sandsteinanalysen steht uns nicht zur Verfügung. Ich habe aber doch aus einer größeren Zahl von Analysen so viel entnehmen können, daß sie an Kalk und Magnesia sehr arm (Carbonate sind hiebei ausgeschieden) oder davon auch ganz frei sind und von den Alkalien das Kali mit einer ziemlichen Beständigkeit vorherrscht. Ganz dasselbe Verhältnis besteht bei den Queenstowniten. Zur Gewinnung einer deutlichen Übersicht über beiderlei Analysen wähle ich zwei Analysen von mittlerem Buntsandstein Deutschlands herstammend[1]: 1. Vom Mosesbrunnen (Murgbrunnen), 2. Unterer Sand (Buhlbach), 3. und 4. gibt die Zusammensetzung der Queenstownite nach E. Ludwig:

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	Glühverlust	Summe
1.	90,00	5,60	0,74	—	0,14	0,12	0,40	2,20	—	0,60	99,80
2.	88,55	6,45	0,85	—	0,23	0,25	1,02	1,68	—	0,95	99,98
3.	88,76	6,12	—	1,23	0,57	0,17	0,13	1,36	·1,24	—	99,61
4.	89,81	6,21	0,26	0,89	0,73	—	0,01	1,05	0,86	—	99,82

Das Zusammenstimmen der Queenstownit- und Sandsteinanalysen ist zwar kein absoluter Beweis für die Abstammung des Queenstownitglases von Quarzsanden, da wir ja wissen, daß Absatzgesteine des öfteren zufällig mit der chemischen Zusammensetzung von Eruptivgesteinen übereinstimmen. Der Gedanke an die Möglichkeit auf gleiches Material erhält jedoch immerhin eine starke Bekräftigung, hier noch um so mehr, als wir ja ein solch saueres Eruptivgestein bis jetzt nicht kennen und voraussichtlich auch nicht zu erwarten haben.

In erschwerender Weise beeinflußt auch der amorphglasige Zustand der Tektite überhaupt die Deutung ihrer chemischen Zusammensetzung. In diesem Falle scheint mir nun die körperliche Beschaffenheit der Queenstownitgläser jene genügende Stütze zur Schöpfung eines sicheren Urteils zu bieten, nach welchem die

[1] Blanck, Petrographie der Bodenverhältnisse der Buntsandsteinformation Deutschlands. Württ. Jahresh. 1910. p. 477.

Queenstownite stofflich tatsächlich von einem der oben genannten Quarzgesteine herzuleiten sind.

Der Freundschaft von Prof. Suess verdanke ich den Augenschein aller in seinem Besitze befindlichen Queenstownitproben. Außer mir haben auch andere, vor allem auch die Finder, die Queenstownite als ein im Feldfeuer geschmolzenes Glas, d. i. als Schlacke, angesehen. Sämtliche Proben mit allen ihren Abarten geben eine reiche Musterkarte zähflüssiger Quarzschlacken. Erst ihre Einreihung unter die Tektite hat sie in eine, ihnen nicht zukommende Gesellschaft versetzt. Die genaue Beschreibung der Queenstownitformen und ihrer Eigenheiten und ihre Abbildungen sind bei Suess in seiner Rückschau usw. einzusehen. Nach Suess wären dann alle Queenstownite durch Aufweichung in der Atmosphäre ausgeformte schlackenähnliche Glasfetzen. Die Erfahrungen an den echten Meteoriten sprechen dagegen, daß ein schwer schmelzbares Tektitglas binnen einer Flugdauer bis zu höchstens 4 Sekunden in der Atmosphäre in einen zähflüssigen Zustand gerate. Mittelst Bestimmung der spezifischen Wärme, der Konstante der Wärmeleitungsfähigkeit und der Dichte des Tektitglases könnte hierüber eine nähere Aufklärung erbracht werden. Aufweichungen oder Aufschmelzungen sind selbst an den leichter als die Tektite schmelzbaren Meteoritengemengteilen niemals vorgekommen. Veränderungen spielen sich immer nur an der alleräußersten Oberfläche ab und auch bei den Eisenklumpen wirkt die Hitze nur auf wenige Millimeter nach innen, wobei aber auch diese erhitzte Zone ihren festen Zustand behält.

Die chemische Zusammensetzung und alle morphologischen Eigenschaften der Queenstownite befürworten deren Abstammung von einem der genannten Quarzgesteine, das auf künstlichem Wege, wahrscheinlich bei irgend einem Schmelzprozeß, als schlackiges Nebenprodukt abgefallen ist.

Die Berichte von Loftus Hill und Twelvetrees über die Entdeckung und das Vorkommen der Queenstownitschlacken stärken weiterhin meine Meinung von ihrer künstlichen Entstehung und scheinen mir alle diesbezüglichen Zweifel zu beheben.

Die Queenstownite werden auf jeder Seite des Mt. Darwin auf Tasmanien gefunden, auf der östlichen Seite verteilt in einem ¼ englische Meile breiten Streifen, gelegen zwischen 400—1240 englische Fuß Seehöhe. Oberhalb der oberen und unterhalb der unteren Kote wird kein Glas gefunden. Außer auf dem „Ten Mile Hill" auf der östlichen Seite werden die Schlacken mit Unterbrechungen am Mt. Jukes und Darwin, westlich des Mt. Sorell und in Flannagan's Flat westlich des Mt. Darwin gefunden. Höchst bedeutsam erscheint mir dann die Mitteilung, daß auf der östlichen Seite des Mt. Darwin Kupferschmelzwerke bestanden haben. Am „Ten Mile Hill" liegen die Schlackengläser auf einem

Untergrund von Quarzit oder Sandstein von der „West Coast Range Conglomerate Series“. In geradezu zielsicherer Wegrichtung führt die Erforschung der Fundverhältnisse zu dem gesuchten Ausgangsmaterial der Queenstownite. In welcher Form und Absicht der Quarzit oder Sandstein bei den am Mt. Darwin stattgefundenen Kupferschmelzen verwendet worden ist, können wir nicht untersuchen. Wir müssen aber dessen Verwendung notgedrungen annehmen, da ja als Zeuge dessen die unverwüstlichen quarzigen Schlacken erhalten geblieben sind. Die zu erwartenden Einwendungen, als sei es in jüngeren oder ganz frühen Zeiten unmöglich gewesen, einen Hitzegrad zur Schmelzung von Sand zu erzeugen, halte ich nicht für berechtigt. In einem Tiegel wird der Sand gewiß nicht zur Schmelze angesetzt worden sein. Als pulveriges Garmittel in Metallschmelzen wird er aber wohl in Fluß gekommen sein, um nachher in Schlacken abgeschieden zu werden. Die ersten Eisenerzeuger in unseren Alpen haben das erste Eisen am freien Feldfeuer und auch den ersten Stahl, allerdings einen schlechten, auf diesem Wege hergestellt. Zur Zeit der Herbstwinde legten auf der Windseite einer Wasserscheide die alten Eisenschmelzer ihre Feuergruben eine an der andern an, und wenn der Wind anhub, zündeten sie das Feuer an und schmolzen in dem vom Winde angeblasenen Feuer ihre Erze. Manche Schlacken, die auf unseren Bergen gefunden werden, mögen von solchen einstigen Feuerherden herrühren.

Die Vorstellung von dem Meteoritenkranz, der in bestimmter Seehöhe auf einem abgegrenzten Streifen mit Unterbrechungen rundum am Abhang sich dem Mt. Darwin aufgesetzt haben soll, kann nach den festgestellten Tatsachen keiner ernsten Behandlung mehr unterzogen werden.

Prof. Suess hat den störenden Unterschied im Kalkgehalt zwischen den Queenstowniten und den übrigen Tektiten lebhaft empfunden. Er hat sich aber nicht entschließen können, die nötigen Folgerungen aus den Tatsachen zu ziehen und seine Entscheidung zugunsten der kosmischen Abstammung der Queenstownite getroffen. Nebenher sei bemerkt, daß Suess die vollkommene Reinheit des Glases in den Moldaviten, Billitoniten und Australiten als Beweis dafür führt, daß ein solches an Trübungen oder schlackigen Unreinigkeiten freies Glas niemals ein Nebenprodukt eines Schmelzprozesses sein kann. Bei dieser Schlußfolgerung müßte Suess die Queenstownite als wirkliche Schlacke anerkennen. Die Abscheidung der Queenstownite von den früher aufgestellten drei Tektitgruppen erscheint mir heute als eine unausweichliche Forderung.

Mit dieser kurzen Darstellung wäre die mißverständliche Beanstandung des Ausrufungszeichens und der Bemerkung über die „schwankende Zusammensetzung“ der Tektite genügend aufgeklärt.

Das Material der Queenstownite gehört einem andern Gesteinskreise an, als jenes der Moldavite, Australite und Billitonite, über deren Zusammengehörigkeit und deren erlaubtes Maß im Schwanken des Kieselsäuregehaltes innerhalb jeder einzelnen Gruppe ich auch in meiner Notiz nichts Gegensätzliches vorgebracht und auch jetzt nichts vorzubringen habe. Es ist somit vom Inhalt meiner ersten Mitteilung nichts wegzunehmen oder daran zu ändern.

Außer den Queenstowniten habe ich auch die Australite der Aufmerksamkeit urgeschichtlicher Forschung empfohlen, weil die Australite in viel höherem Grade als die Queenstownite eine gewollt künstliche Tracht an sich tragen. Ich muß darum auch über die Australite einige Bemerkungen machen.

Alle echten Meteoriten sind Bruchstücke. Kein Australit hat die Gestalt eines Bruchstückes. Das ist sehr auffällig. Dieser Mangel scheint mir schon an sich ernste Bedenken gegen die meteorische Abkunft dieser eigenartig geformten Körper wachzurufen.

Von dem Tage an, wo ich zum erstenmal Australite zu sehen bekam, ist mir der starke Eindruck überkommen, daß diese figuralen Objekte „Artefakte" sind, um einen in der Urgeschichte üblichen Ausdruck zu gebrauchen. Die Zuteilung der Australite an ethnographische oder besser prähistorische Sammlungen hätte den Australiten eine stiefmütterliche Behandlung erspart, wie eine solche ihnen von den Mineralogen notwendigerweise erwiesen werden muß. Die Zuweisung der Australite als meteorische Körper an die mineralogisch-petrographischen Sammlungen ist auch tatsächlich nur auf Grundlage von Spekulationen der Geologen erfolgt, wobei lauter negative Gründe bestimmend mitwirkten. Erst später hat dann Suess eine wissenschaftliche Beweisführung auf „Glasmeteoriten" angetreten. Hätten z. B. die Oberflächen der Moldavite einen den Meteoriten ähnlichen Charakter, so hätten Partsch, Haidinger, Reichenbach, Tschermak nach meinem Dafürhalten diesen an den in Wiener Sammlungen liegenden „Bouteillensteinen" gewiß nicht übersehen.

Gestaltlich unterscheiden sich nun die Australite außerordentlich scharf von den Moldaviten und den Billitoniten und haben mit diesen gar keine gemeinsamen äußerlichen Merkmale. Bestimmend für die Vereinigung mit den beiden letzteren ist offenbar die verwandte chemische Zusammensetzung gewesen.

Wer über keinen Australiten verfügt, betrachte die Abbildungen einiger Stücke derselben in Suess, Rückschau etc. Taf. I Fig. 1 und 2, ebenso in Suess, Herkunft der Moldavite etc.[1] p. 331, 333 und jene der Hohlkugeln p. 335 und Taf. XVIII, 1. Die einzige all-

[1] Herkunft der Moldavite und verwandter Gläser. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien. 50. 1900. p. 193—381.

gemeine äußere Eigenschaft aller dieser vielgestaltigen Formen ist ihre glatte Oberfläche, die dann wieder matt ist oder lackartigen Glanz trägt. Die als „sanduhrförmig“ bezeichneten und sehr häufigen Formen werden von Suess als Rotationskörper angesehen, die sich, wenn ich recht verstehe, ähnlich den Propellern eines Flugzeuges durch die Luft bewegt haben. Das ursprünglich vorausgesetzte Meteoritenbruchstück hat sich dann trotz des kurzen Fluges in der Atmosphäre nicht nur aufgeweicht und aufgeschmolzen, sondern auch Zeit gefunden, sich zu allerlei regelmäßigen und symmetrischen Figuren, also auch zu „sanduhrförmigen Gestalten“ umzuformen. Die beiden dicken Enden der letzteren strebten schließlich auseinander und es bildete sich in der Mitte eine Einschnürung, der Abschleuderungspunkt. Suess stellt uns diese von den Australiern auch „Glockenschwengel“ genannte Form als „Jacobisches Ellipsoid“, also als Modell für die Entstehung eines Doppelsternes vor.

Es ist ferner bemerkenswert und auffällig, daß die „Sanduhrformen“ in zweierlei Arten sich bilden. Legt man die beiderlei „Sanduhrformen“ der Länge nach vor sich auf den Tisch, so sind bei der einen Art die beiden Hälften oben und unten gleich, also nach ihrer größten Breite symmetrisch gebildet. In der Rundiste, wo die beiden Hälften zusammenstoßen, zieht sich eine Naht hin, die wir für eine durch Pressung entstandene Gußnaht halten müssen. Die andern bestehen aus zwei ungleichen Hälften und sind demnach unsymmetrisch gebaut (siehe Suess, Rückschau etc. Taf. 2 b.)

Auf keiner dieser „Sanduhrformen“ habe ich bemerkt, daß diese als Rotationskörper gedachten Formen durch das Vortreiben in der Luft windschief gedreht worden wären oder dieser Bewegung angepaßte Oberflächenzeichnungen angenommen hätten, was ja bei ihrem erweichten Zustande hätte geschehen müssen.

Merkwürdig sind auch die als Knöpfe bezeichneten Formen, deren eine Art in Suess' Rückschau Taf. I Fig. 1 a—e abgebildet ist. In Fig. 1 c sehen wir in der Mitte eine ideale Halbkugel, wie sie von einer entsprechenden Hohlstanze herausgepreßt sein könnte. Am Rande ist sie umgeben von einer haarscharf begrenzten Rinne, aus der durch den Druck ein sich nach außen aufstülpender Wulst aufsteigt. Dieser ist wieder von einer flachen Rinne umgeben, zu der ein dicker Wulst in lappiger Form von der Vorderseite des Knopfes herübergestaut ist. Auf der Vorderseite, nach meiner Ansicht richtiger Oberseite, läuft im Schneckengang eine Linie von der Mitte oben bis zum Rande. Nach der Glasmeteoritentheorie ist diese Schneckenlinie oder Spirale, wie sie Suess nennt, eine Stauwelle der oberflächlichen Abschmelzung. Der schmale Schneckenwulst ist nach beiden Abfallseiten ganz gleichmäßig symmetrisch gebaut. Ein Schmelzwulst müßte in diesem Falle auf der Vorderseite des Meteoriten einseitig gebaut und nach der Abströmungs-

seite, also gegen den Rand fließende Bewegung andeuten. Wäre diese Vorderseite einer Abschmelzung ausgesetzt gewesen, so wäre erfahrungsgemäß wie auf den echten Meteoriten nicht eine bei diesen nicht vorkommende „spiralige“, sondern radial-strahlige Abströmung zu erwarten. Ich halte dafür, daß diese Spirale durch eine schraubenartig sich bewegende scheuernde Pressung entstand.

Die im Bilde veranschaulichten Oberflächenteile machen den Eindruck einer auf künstlichem Wege hervorgebrachten Pressung an dem erweichten, bezw. in Abkühlung begriffenen Glaskörper.

Unter den vielen verschiedenen Formen der Australite machen nur kleine flachgedrückte Tropfen mit einem Läppchen an dem oberen Ende den Eindruck kleiner winziger Bomben, täuschend ähnlich kleinen basaltischen Lavabomben. Auch eine solche Form muß aber nicht notwendig meteorischer Natur sein.

Die in der mineralogischen Sammlung der Bergakademie Freiberg aufbewahrte Australit-Hohlkugel (siehe Suess, Herkunft der Moldavite. Taf. XVIII) habe ich auch in Augenschein genommen. Über den Vorgang bei ihrer Herstellung wage ich es nicht, ein entscheidendes Wort zu sagen. Ihre Aufblasung in der Atmosphäre kann aber aus den schon erwähnten Gründen wegen kaum zu erwartender Aufschmelzung nicht zugegeben werden. Bei einigem Vertrauen in die Kunst und Technik alter, auch prähistorischer Völker, wird man diese Hohlkugeln trotz ihres schwer schmelzbaren Materials als Menschenwerk ansehen dürfen. Gelingt es, den Spuren menschlicher Arbeit auch auf diesem Gebiete nachzugehen, werden befriedigende Aufklärungen früher oder später gewiß nicht ausbleiben.

Die Moldavite und Billitonite tragen nichts künstlich Ornamentales an sich wie die Australite. Man darf beiderlei Arten als mehr zufällige Gebilde ansehen, bei deren Formung keine bestimmte Absicht bestand. Es ist in diesem Rahmen kein Anlaß vorhanden, sie des näheren zu besprechen. (Siehe Berwerth's Oberflächenstudien a. a. O.)

Nur zu dem vereinzelten Vertreter der „Schonitgruppe“, gefunden am Hofe Kälna, Kirchspiel Starby in Schweden [1] möchte ich eine ergänzende Bemerkung machen. Nach einem mir zur Verfügung stehenden Modell ist dieses Glasstück ähnlich einem etwas verzerrten Viertelausschnitt eines Brotlaibes geformt. Die beiden Flächen, die den Schnittflächen im Brote entsprechen würden, sind eben, die obere Fläche ist stark gewölbt mit einer starken Rundung übergehend in die untere Fläche, die sich nach innen deutlich konkav aushöhlt und dadurch sich sehr scharf von den beiden andern ebenen Flächen unterscheidet. In der von Suess übernommenen Beschreibung des Stückes von Eichstädt ist angegeben, die Kanten seien durch

[1] E. Suess, Notizen über Tektite. Dies. Centralbl. Jahrg. 1909. No. 15. p. 462—464.

Abschmelzung abgestumpft und gerundet. Ein äußerst charakteristisches Merkmal an den Kanten wird nun nicht angegeben und scheinen es Eichstädt, als auch Suess übersehen zu haben. Nach dem Modell tragen sämtliche Kanten des Stückes an der Stelle, wo die Flächen normalerweise in einer scharfen Kante zusammenstoßen müßten, eine unscharfe Rinne. Diese Rinne könnte nach ihrer Beschaffenheit mit einem stumpfen Gegenstand in das noch weiche Glas hineingestrichen oder noch eher bei der Herstellung dieser Viertelhalbkugel hineingepreßt worden sein. Eine solche gekurvte Kannellierung der Kanten, bei der jetzt an Stelle jeder der Kanten zwei Kanten vorhanden sind, kann nicht durch Abschmelzung der Kanten erklärt werden. Es trägt also auch der „Schonit" Merkmale künstlichen Erschaffens an sich. Die Herstellung einer Analyse wäre dringlich, um zu erfahren, ob überhaupt ein „Tektitglas" vorliegt.

Ich muß aber jetzt an die Verfechter der kosmischen Abkommenschaft der Tektite folgende Frage stellen: Welche Ursachen bewirken es, daß chemisch-physikalisch ganz gleichartige Meteoritenglasblöcke unter sonst ganz gleichen Bedingungen in jedem Fallgebiete ganz verschiedenartige, in Form und Oberflächenerscheinungen miteinander gar nicht vergleichbare Meteoriten liefern?

Die echten Meteoriten, welche stofflich untereinander viel mehr verschieden sind als die Tektitgläser, fallen auf dem ganzen Erdenrund als Bruchstücke herunter, gleichgültig, ob Stein oder Eisen, versehen mit den gleichen Schmelzerscheinungen an der äußersten Oberfläche.

Bei den Tektiten ist das Verhältnis ganz umgekehrt. Man sollte bei ihnen doch erwarten, daß der gleiche Stoff Meteoriten gleicher Formenart liefert. Merkwürdigerweise ist dies aber nicht der Fall, denn jeder neue Tektitfall hat bisher immer eine neue, in ihren Gestalten ganz verschiedene Tektitgruppe geliefert. Hier steht man an der großen Kluft, welche sich zwischen den echten und und den angeblichen Glasmeteoriten auftut. Ich habe schon in meinem Vortrag erwähnt, daß die Gestalten und Oberflächen der Tektite eine „Lokalfärbung" verspüren lassen, da jede Gruppe ihre eigenen Gestalten und Oberflächenmerkmale besitzt. Eine kosmische Abstammung verlangt ganz entschieden eine einheitliche Ausgestaltung der Glasstücke.

Ich habe jetzt noch einige Gedanken über die Fundverhältnisse der Tektite vorzubringen. Bei den Queenstowniten, die ich nicht als Tektite ansehe, sind dieselben schon mitgeteilt worden. Bezüglich der Australite muß ich aus Suess, Rückschau etc. p. 59 folgenden zitierten Satz herausheben: „Nach Petterd werden Australite nicht selten in Nestern zu größerer Zahl (17—50) von verschiedener Gestalt und Größe vereinigt aufgefunden." Bei einem normalen Meteoritenregen wird stets die große Zerstreuung geschil-

dert, in der die Steine niederfallen, so daß kaum je 2 Stücke eng aneinander zu liegen kommen. Aus den großen meteorischen „Glasschauern“, wie Eduard Suess Vater die Tektitregen in seinen Vorlesungen zu benennen pflegte, sollen sich aus dem Schauer der Australite kleinere, unglaublich dicht gescharte Schwärme losgelöst haben, welche wie die Eier einer Henne sich zu 17—50 Stück in einem Neste zusammengelegt haben. Ein solcher Vorgang widerspricht allen natürlichen Bedingungen, unter denen ein Meteoritenregen vor sich geht. Da Petterd berichtet, daß derartige Anhäufungen in Nestern gar nicht selten, also bei den Australiten eine gewöhnliche Erscheinung sind, so kann von einer Täuschung keine Rede sein. Ob in diesen Nestern nicht vielleicht Spuren von Asche oder Kohle vorhanden sind, wäre jedenfalls nachzuprüfen oder in Zukunft eine solche Prüfung nicht zu unterlassen. Ich neige mit meiner Meinung über die Australitnester nämlich zu der Ansicht, daß in denselben Spuren alter Arbeitsstätten oder Feuerherde einer frühzeitigen Kultur vorliegen. Man darf diese Kulturspuren mit einiger Berechtigung in eine Zeit zurückverlegen, wo die Menschen begonnen haben, nach Gold zu suchen. Das Schicksal der Australite scheint mir nämlich mit dem Golde verflochten zu sein. Die Finder berichten übereinstimmend, daß die Australitgläser am häufigsten auf den australischen Goldfeldern und auf Tasmania außer in Gold- auch in Zinnseifen gefunden werden. Diese Verknüpfung der Australite mit den Gold- und Zinnfeldern regt nun wieder die Frage nach der Zusammensetzung des Bodens an, auf dem die Australite gefunden werden. Auf p. 238 in Herkunft der Moldavite etc. läßt Suess in einer unauffälligen Weise den Satz einfließen, daß „die chemische Zusammensetzung der Billitonitkugeln ebenso wie die der Moldavite etwa der eines granitischen Magmas entsprechen“. Diese Ansicht von Suess mache ich zu der meinigen, nur will ich daraus eine ganz andere Nutzanwendung ziehen. In den Kreis der Billitonite und Moldavite sind ja auch die Australite einzubeziehen. Ich will nun gar nicht den Beweis antreten, daß die Haupttektitarten in ihrer Zusammensetzung mit Graniten, Gneisen oder Granuliten übereinstimmen. Die Australitanalyse No. 8 in Suess, Rückschau etc. p. 86 mit 69,80 % Kieselsäure stimmt vorzüglich mit einer Granititanalyse aus dem Distrikt Columbia, Ver. Staaten (siehe Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. 1898. p. 79). Australitanalysen lassen sich aber auch mit Sandsteinanalysen vergleichen, z. B. die Analyse No. 3 in Suess, Rückschau etc. p. 86 mit 77,72 % Kieselsäure mit der Analyse des untern Buntsandsteins von Aue in Niederhessen (siehe Blanck, Württ. Jahresh. 1910. p. 452).

Ich will mit diesen Vergleichen nur scheinbar unstimmiger Analysen mir ein Zeugnis verschaffen, daß ich nicht zu Unrecht von „Zufallsgebilden“ in meiner ersten Notiz gesprochen habe. Es kann also die Zusammensetzung eines Australitglases gelegentlich

mit einem Granit und ein andermal mit einem Sandstein übereinstimmen. Beiderlei Analysen erfüllen mir in diesem Fall denselben Dienst. Der Sand, aus dem ich mir die Australite erzeugt denke, kann einmal mehr granitischer Grus und dann wieder ein mehr reiner Quarzsand gewesen sein. Das angegebene Verhalten der Analysen scheint mir nun für die Tektitfrage eine durchaus nicht auf Zufälligkeiten beruhende Bedeutung zu gewinnen, denn wir finden, daß der Bodengrund der Lagerstätten der Moldavite (Granite, Granulite), der Billitonite (Seifen von Gold und Zinn, beide Minerale des Granites) und der Australite (ebenfalls Goldseifen, und auf Gebieten von Goldquarzgängen Hornblendegranit, Glimmerschiefer, Quarzite, arkoseartige Sandsteine, Grauwacken, Sandstein, Tonschiefer u. a. Sedimente und auf Tasmanien auch Zinnseifen) mit Einschränkung bei den Australiten in ihrem Untergrunde granitisch-gneisige Gesteine mit ihrem Verwitterungsmaterial sind, also Gesteinsmaterialien, deren Zusammensetzung mit jener der Tektite in durchaus naher Verwandtschaft steht. Mag es Zufall sein, daß die Veränderlichkeit gerade in den Analysen der Australite mit dem Wechsel der Gesteine in den australischen Goldgebieten zusammenfällt? Jedenfalls kann man sich damit begnügen, daß zwischen der Zusammensetzung der Goldböden und der Australite kein Widerspruch besteht.

Ich kann aus diesem Zusammentreffen der chemischen Verwandtschaft zwischen Tektiten und Materialien ihres Fundbodens mir nur die Meinung bilden, daß die Tektite selbst aus Material des Bodens, auf dem sie gefunden werden, hergestellt sind. Es wäre damit auch für die von Suess bezweifelte Fähigkeit des primitiven Menschen, „gerade diese und immer nur diese eigenartige chemische Mischung herzustellen“, ein natürlicher Untergrund geschaffen.

In dieser Auffassung muß sich das Tektitproblem aus einem naturwissenschaftlichen zu einem historischen Problem wandeln. Wird der geschichtliche Hintergrund, auf dem sich gegenwärtig das Bild der Tektite nur in wenig scharfen Umrissen abzeichnet, in späterer Zeit durch historische Forschungen mehr und mehr erhellt, so werden die vielerlei, jetzt als rätselhafte Dinge angesehenen Tektitgestalten durch neu erbrachte Tatsachen schließlich auch von Zweiflern als Kunstprodukte anerkannt und als einzige Überreste versunkener Kulturen geschätzt werden. Zu zweimalen sind Moldavite auf prähistorischen Stätten gefunden worden. Im Löß von Willendorf an der Donau in Niederösterreich wurden drei winzige Splitterchen und bei Oslavan in Mähren ein zerkackter und ein „Geschiebe“ von Moldavit gefunden. Beidemal lassen sich die Funde nicht für ortszuständige Erzeugung verwenden, da wir in beiden aus den nahe gelegenen Moldavitlagerstätten zugeschleppte Moldavite vermuten müssen. Der prähistorischen Lagerstätte von Willendorf

wird mindestens ein Alter von 20 000 Jahren zugeschrieben. Es ist daher jedenfalls wichtig, zu wissen, daß der Moldavit zu dieser Zeit schon vorhanden gewesen ist.

Von den zu erwartenden Einwendungen, daß vor 400 Jahren das Feuer in Australien noch nicht bekannt gewesen sei (wofür eine Bestätigung nicht vorzuliegen scheint) und in den menschlichen Urzeiten die nötige Hitze zur Herstellung der Tektitgläser nicht herstellbar gewesen sei, darf man sich jedoch nicht beirren lassen.

Wir dürfen jedenfalls die Gebundenheit der Tektite an Gold- und Zinnreviere (von Moldaviten nur bei Trebitsch bekannt) zu diesen in abhängige Verbindung bringen. Folgender von K. L. Reichenbach niedergeschriebene Satz tritt mir hiebei immer wieder in die Erinnerung: „Wenn bei einem Schmied das Feuer trocken geht, so wirft er etwas Quarzsand hinein und macht Saft in seiner Sprache." Ob prähistorische oder zeitlich alte Siedler ähnliches getan haben, können wir nicht wissen, aber rechtens vermuten. Bei den sicherlich nicht sehr alten Queenstowniten ist es gewiß geschehen, denn hier haben wir die echten Schlackenformen vor uns, wie sie bei Metallschmelzen abzufallen pflegen.

Bei den echten Tektiten vermissen wir die Merkmale echter schlackiger Produkte, und ich möchte darum ihre Entstehung nicht unbedingt aus einer Metallschmelze hervorgehen lassen. Die Moldavite, Billitonite und am ausgeprägtesten die Australite tragen alle Anzeichen eines gleichen, ihretwegen aber unter verschiedenen Verhältnissen unternommenen Verfahrens an sich. Im Zusammenhang mit oder veranlaßt durch den Verhüttungsprozeß der Erze kann ihre Herstellung immerhin gestanden sein, wie sollten wir es uns sonst erklären, daß ihre Funde sich auf Gold- und Zinnseifen verdichten. Ganz indirekt kann die Klugheit und Findigkeit der Metallschmelzer zufällig zur Erzeugung des harten Glases geführt haben. Jedenfalls treten uns die Tektite als die ältesten Glaserzeugnisse in der Menschengeschichte entgegen.

Zur Beantwortung der Frage, wie und zu welchem Zweck die Tektite hergestellt wurden, reicht unsere heutige Erfahrung nicht aus. Ein solcher Versuch führt die Untersuchung naturnotwendigerweise auf transzendentes Gebiet. Aus diesem letzten Grunde bin ich der Besprechung der Tektitfrage bisher absichtlich ausgewichen. Streitbare Auseinandersetzungen nehmen letzten Endes einen dogmatischen Charakter an, der durch neue Behauptungen nur verschärft wird, während er doch nur durch zu erhoffende neue Erfahrungen beseitigt werden kann. Für die historische Behandlung des Tektitproblems scheint mir noch die orographische Lage der Tektitfundstätten, unabhängig von der schon besprochenen Bodenzusammensetzung, einen wichtigen Beitrag zu bieten, den ich geradezu als einen Wegweiser für die irdische Abkunft der Tektite aufstellen möchte.

Prof. Suess berichtet: Das südliche Böhmen, wo die Moldavite gefunden werden, ist ein Plateauland mit tief eingeschnittenen Tälern. Er teilt dann ferner mit, daß die Moldavite noch niemals in einem Flußtale, sondern immer nur auf den über der Talsohle gelegenen Höhen gefunden worden sind. Auch Dvorsky schreibt über die auf der Fundstätte am Iglawaflusse bei Trebitsch abgesetzten Moldavitgerölle, daß sie immer auf dem hügeligen Plateau in Höhen von 50—100 m über der heutigen Talsohle des Flußbettes, niemals aber sich in der Talsohle selbst vorfinden.

Über die Billitonite und Australite sind mir keine diesbezüglichen Mitteilungen bekannt geworden. Von den Queenstowniten habe ich schon berichtet, daß sich ihre Fundstellen in beträchtlicher Höhe am Fuße des Mt. Darwin befinden.

Aus diesen Mitteilungen über die Art der Ausstreuung einiger Gruppen der Tektite auf ihren Fundgebieten schöpfe ich neue, ganz bestimmte und für die zukünftige Forschung sehr nützliche Anregungen. Einen Meteoritenfall mit vielen Tausenden von Moldaviten bei Budweis und bei Trebitsch, dessen Stücke sich nur auf dem Plateau und einer Flußterrasse niederlassen und dabei den Flußtälern ausweichen, kann ich mir nicht vorstellen. Eine derartige Verteilung der Tektite auf ihren Fundgebieten muß unbedingt Erinnerungen auf urhistorische Siedlungen auslösen.

Nach Suess sind die moldavitführenden Schotter älter als das Auftreten des Menschen in Mitteleuropa. Es müßten dann die Flußtäler der in Betracht kommenden Hochflächen jünger, die Moldavite älter, also diese schon vor der Entstehung der Täler dagewesen sein. Mir scheint jedoch die Einstreuung der Moldavite in spättertiäre oder diluviale Schotter durchaus nicht das gleiche hohe Alter für die Moldavite zu bedingen. Die Moldavite können in viel späterer Zeit in die Schotter hineingeraten sein. Für die letztere Ansicht zeugt die meist unversehrte Erhaltung der feinen bis ganz zart zerhackten Moldavitoberfläche. Wie immer die Altersfrage von den Geologen entschieden werden möge, so bleibt die Bindung der Moldavite an Hochflächen und Terrassen unter allen Umständen bestehen, auf welchen Tatbestand ich die Urgeschichtsforscher ganz besonders hingewiesen haben möchte. Es ist ja heute allbekannt, daß die alten Ansiedlungen fast durchwegs auf Anhöhen oberhalb der damals versumpften Talböden angelegt waren.

Alle vorstehenden Ausführungen fußen auf Mitteilungen von Suess, welche in seinen beiden großen Publikationen über die „Herkunft der Moldavite“ und in „Rückschau und Neueres über die Tektite“ eingestreut sind, hier aber in den Vordergrund gerückt und dem Sinne nach zur Bewertung der Tektite als Kunstprodukte verwendet wurden.

Bei Zustimmung und weiterer Förderung des hier in aller Kürze skizzierten Versuchs, den Tektiten das stolze Anrecht auf

Menschenwerk zu wahren, scheint mir das Betreten des angegebenen Weges unserem Erkenntnisbedürfnis entgegenzukommen und vollen Erfolg zu verheißen. Meinem geschätzten Freunde SUESS wird aber unter allen Umständen das große Verdienst um die mit so vieler wissenschaftlicher Begeisterung durchgeführte Untersuchung des „Tektit-Mysteriums“ ungeschmälert erhalten bleiben.

Zur Abstammung des Elephas antiquus Falc.

Von **W. Soergel.**

Mit 3 Textfiguren.

(Schluß.)

2. Die intermediären Molaren und die Zähne von Perugia.

Seinen zweiten Abschnitt, der in der Hauptsache der Besprechung meiner intermediären Molaren, soweit sie abgebildet sind, und einiger von BORTOLOTTI l. c. als *El. antiquus* abgebildeter Zähne von Perugia gewidmet ist, leitet SCHLESINGER mit einer Erörterung über die Mutations- und Variationsmerkmale des *El. trogontherii* ein. Einen breiten Raum beansprucht hier die Behandlung des Verschmelzungstyps, denn dieser mußte mit dem oben widerlegten Resultat SCHLESINGER'scher Bilderpaläontologie, daß in der Reihe *El. planifrons*—*El. meridionalis* der Mittelpfeiler im Abnehmen, die Seitenpfeiler im Zunehmen begriffen seien, in Einklang gebracht werden. Entsprach dieses Resultat den Tatsachen, so mußte diese Entwicklungstendenz auch in der Fortsetzung der genannten Stammreihe herrschend sein, es war für den direkten Nachkommen des *El. meridionalis* typus, den *El. trogontherii*, zu erwarten, daß „er den Verschmelzungstypus lat. lam. med. an. noch ausgesprochener an sich tragen“ müßte als *El. meridionalis*. „Das ist,“ wie SCHLESINGER sich ausdrückt, ohne hier auf eine Statistik Wert zu legen, „nicht für alle Molaren der Fall, welche sonst in die Breite des *El. trogontherii* fallen, doch für etliche.“ Dieser den wahren Tatbestand völlig verschleiernde Ausdruck ist dahin zu berichtigen, daß die von SCHLESINGER's Standpunkt aus zu erwartende Verschmelzung lat. lam. med. an. bei *El. trogontherii* zu den allergrößten Seltenheiten gehört und unter 100 Zähnen etwa 1—2 mal beobachtet wird. Die Regel ist, daß gegenüber *El. meridionalis* stark reduzierte Lateralpfeiler und ein verstärkter Mittelpfeiler nach Einschmelzung der Mammillen den Verschmelzungstyp lat. an. med. lam. erkennen lassen, daß bei weiterer Abkauung die mediane Figur kleiner, die

lateralen größer werden, aber in der Mehrzahl aller Fälle die mediane Figur bis zur vollen Verschmelzung größer bleibt als jede laterale. Häufig werden die drei Figuren schließlich gleich groß, viel weniger häufig wird die mediane kleiner als jede laterale. Wiederholt erreicht die Reduktion der Lateralpfeiler das für *El. antiquus* charakteristische Extrem. Das bedeutet gegenüber *El. meridionalis* eine sehr beträchtliche Entwicklung gerade in entgegengesetzter Richtung, als sie Schlesinger auf Grund seiner Fehldeutungen bei *El. planifrons* und den darauf aufgebauten Folgerungen erwarten muß. Hier zeigt sich ebenso deutlich, wie bei einer Überprüfung des *Planifrons*-Materials die Unhaltbarkeit seiner These, daß im Gegensatz zu seiner Stammreihe *El. planifrons—El. antiquus* in der Reihe *El. planifrons—El. meridionalis—El. trogontherii* eine fortschreitende Reduktion des Mittelpfeilers stattgefunden hätte. Ganz sicher ist sich Schlesinger bei *El. trogontherii* seiner Sache wohl nicht gewesen, daß er auf jeden statistischen Nachweis seiner merkwürdigen Entwicklung verzichtete und nur in einer gezwungenen, ad hoc gefertigten Kombination den Unterschied zwischen den Tatsachen und den Forderungen seiner neuen Theorie zu verschleiern suchte. Wenn er schreibt: „Sind Soergel's Angaben richtig" — in meinen Tabellen überwiegen lat. an. med. lam.-Verschmelzungen bei *El. trogontherii* bei weitem —, „dann bleibt nur die Annahme, daß die mitteldeutschen *Trogontherii*-Formen auf *Meridionalis*-Typen zurückgehen, welche den bei *El. planifrons* häufigeren Lamellenbau mit stärkeren Mittel- und schwächeren Seitenpfeilern beibehalten haben", so ist dem außer vielem anderen entgegenzuhalten, daß stärkere Mittelpfeiler und schwächere Seitenpfeiler nicht nur die mitteldeutschen, sondern alle Formen des *El. trogontherii* zeigen, daß überall Zähne mit besonders schwachen Mittelpfeilern, wie sie nach Schlesinger die häufigsten sein müßten, die seltensten sind.

Bei diesem ganz klaren Verhältnis zwischen *El. meridionalis* und *El. trogontherii* kann ich mir eine weitere Besprechung von Schlesinger's merkwürdigen Kombinationen und Hilfshypothesen ersparen, die schließlich auf das Resultat hinauslaufen, daß der Verschmelzungstyp zur Feststellung intermediärer Formen wertlos sei.

Ebensowenig wird die Frage der intermediären Formen berührt durch die „Tatsache", daß Zähne von *Mastodon angustidens* und *M. tapiroides* in einzelnen wenigen Fällen kaum zu unterscheiden sind. Es ist nicht statthaft, *Mastodon*-Molaren mit ihrer relativ geringeren Zahl verwertbarer Merkmale gleichzuwerten den *Elephas*-Zähnen mit einer viel größeren Zahl verwertbarer Merkmale. Umstände, die bei verschiedenen *Mastodon*-Arten Gleichheit oder große Ähnlichkeit im Molarenbau bedingen können, brauchen

an dem viel differenzierteren Gebiß zweier Elefantenarten noch längst nicht zu Molarenähnlichkeiten oder Gleichheiten zu führen.

In der folgenden Besprechung der von mir abgebildeten intermediären Molaren stellt Schlesinger mit Recht zwei Zähne von Mauer zu *El. trogontherii*. Diese Korrektur habe ich selbst schon 1914[1] vorgenommen. In der Beurteilung aller übrigen Zähne kann ich Schlesinger nicht beistimmen. Da ich nicht alle Zähne hier ausführlich diskutieren kann, so greife ich beliebig Taf. II Fig. 4 und 5 heraus, den ich als *El. antiquus* var. *trogontherii*, Schlesinger als *El. antiquus* schlechthin bestimmte.

Nicht *antiquus*-artig ist an dem Zahn die geringe Zahnhöhe; gleich stark abgekaute Lamellen des *El. antiquus* typus gleichen geologischen Alters sind höher. Nicht *antiquus*-artig ist die relativ bedeutende Höhe der Lateralpfeiler. Wie Fig. 6 auf Taf. II (1912) und Fig. 1 dieser Abhandlung zeigen, ist für *El. antiquus* charakteristisch, daß die medianen Mammillen zu einer Figur verschmolzen sind, ehe die Lateralpfeiler angekaut werden oder doch bis zu Schmelzfiguren mit deutlichem Dentinkern angekaut sind. An unserem Zahn erfolgt die Abnutzung der Lateralpfeiler gleichzeitig mit derjenigen des mammillengespaltenen Medianpfeilers, sie sind also kräftiger. Nicht *antiquus*-artig im engeren Sinne ist schließlich die Abfolge der Schmelzfiguren und ihre Änderungen. Die hinteren Schmelzfiguren sind weniger *antiquus*-artig, erst die vorderen stark abgekauten gehen in reine Rhomben über. Dieses Verhalten trifft man bei *El. trogontherii* nicht selten. Taf. III Fig. 5 (1912) zeigt das für einen Zahn von Süßenborn sehr deutlich. Daß der Zahn engere Beziehungen zu *El. antiquus* als zu *El. trogontherii* hat, ist augenscheinlich, das drückte meine erste Bestimmung klar genug aus.

Ob man solche Molaren als intermediäre bezeichnet oder in den Kreis des *El. antiquus* hineinzieht, hängt selbstverständlich von dem Bild ab, das sich ein Autor von der Dentition des *El. antiquus* gemacht hat. Hat Schlesinger nach der Literatur ein anderes Bild von dieser Art gewonnen als ich auf Grund meiner Original- und Literaturstudien — und darauf deutet seine Bestimmung eines alten Mammutzahnes als *El. antiquus* 1912 ja direkt hin —, so kann er diese Zähne natürlich zu seinem *El. antiquus* stellen, und Formen, die ich als *El. trogontherii* var. *antiquus* bezeichnete, vielleicht zu *El. trogontherii* schlechthin. Dann muß er aber beide Arten so weit fassen, daß sich ihre Variationsbreiten stark überschneiden, und die Tatsache, daß eine scharfe Trennung beider Arten im älteren Diluvium nach der Dentition nicht möglich ist, bleibt nach wie

[1] W. Soergel, Die diluvialen Säugetiere Badens. I. Teil. Mitt. d. Großh. Bad. geol. Landesanstalt. 9. H. 1. 1914.

vor bestehen. Wohin man jeden Molar stellt, ist demgegenüber eine durchaus sekundäre Frage, die kein phylogenetisches, sondern nur museales Interesse besitzt.

Daß Schlesinger glaubt, die von mir als *El. antiquus* var. *trogontherii* bestimmten Zähne für *El. antiquus* typus halten zu müssen, beansprucht schließlich insofern ein psychologisches Interesse, als Autoren mit geringer Kenntnis von Originalmaterial in der Abgrenzung der Arten bekanntermaßen stets viel sicherer sind als Autoren, denen ein reiches Originalmaterial vorlag. Die Sicherheit Schlesinger's mag daher ihren wesentlichsten Grund darin haben, daß er weder von *El. antiquus* das Originalmaterial von Mauer, Mosbach, Steinheim, Weimar, Taubach, Ehringsdorf, Tonna etc., noch von *El. trogontherii* das Material von Mosbach, Süßenborn, Steinheim etc. oder ein entsprechend reiches Originalmaterial österreichischer Fundorte kennt und in seinen Studien auf Einzelzähne verschiedener Herkunft und auf die Literatur angewiesen ist. Die Stellung und Bedeutung meiner intermediären Molaren kann durch eine so schwach verankerte Kritik nicht beeinträchtigt werden.

Bei Besprechung der von Bortolotti l. c. veröffentlichten Zähne von Perugia verläßt Schlesinger nochmals den Boden sachlicher Diskussion. Er behauptet, ich hätte diese Zähne deshalb für „Zwischenformen zwischen *El. meridionalis* und *El. antiquus*“ gehalten, weil sie mit Zähnen des *El. meridionalis* zusammen gefunden worden wären, und charakterisiert diese meine „Feststellung“ als „ein Resulat der Ungenauigkeit“, mit der ich Bortolotti's Arbeit studiert hätte. In Wirklichkeit habe ich ein solches Nebeneinandergefundensein der Zähne nie behauptet, am allerwenigsten meine Ansicht über die *antiquus*-artigen Zähne auf eine solche Annahme gestützt.

Diese Mißdeutung der Tatsachen gelingt Schlesinger dadurch, daß er den ersten Satz der nach Inhalt und Art des Druckes unverkennbaren Schlußzusammenfassung eines Kapitels, in dem über *antiquus*-artige Zähne des *El. meridionalis* in Pohlig's, Weithofer's und Bortolotti's Arbeiten gehandelt wird, allein auf die zuletzt besprochenen Zähne von Perugia bezieht, daß er dem Worte ‚neben‘ die zeitliche Bedeutung, mit der es in stratigraphischen Erörterungen meistens und auch in meinen Darlegungen dem ganzen Inhalt nach angewandt wurde, einfach nimmt. Es kümmert Schlesinger bei seiner neuartigen Interpretation nicht, daß ich die von Bortolotti veröffentlichten Zähne des typischen *El. meridionalis* von unbekannter Herkunft in der Besprechung gar nicht erwähne oder den *antiquus*-artigen Formen gegenüberstelle. Ebensowenig berührt ihn die Tatsache, daß ich alle von Bortolotti in seiner Arbeit behandelten Arten einfach als aus dem Oberpliocän herstammend aufzähle, ohne von einem gemein-

samen Fundort zu sprechen, wie es die von Schlesinger mir unterstellte Ansicht verlangen müßte. Aber, der Zweck heiligt die Mittel.

In der Sache selbst versucht Schlesinger die Molaren von Perugia, die ich für eine *antiquus*-artige Varietät des *El. meridionalis* in Anspruch nehme, als Zwischenformen zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus*, und zwar Zwischenformen in seinem Sinne, hinzustellen. Zu diesem Zwecke betont er für verschiedene Merkmale eine Ähnlichkeit dieser Zähne mit solchen des *El. planifrons*, die in Wahrheit gar nicht vorhanden ist oder doch in höherem Maße mit *El. meridionalis* oder *El. antiquus* besteht. Zunächst besagt das Überragen der Schmelzfiguren über das Zement gar nichts. Das trifft man in solchem Maße sehr häufig auch bei *El. meridionalis*, häufig genug bei *El. antiquus* an. Bei einer als Vorfahrenform geltenden Varietät des *El. meridionalis* bietet dieses Merkmal gar nichts Besonderes. Zur Bewertung dieses Merkmals sei schließlich noch aufgeführt, daß Schlesinger bei einem alten als *El. antiquus* bestimmten Mammutzahn (vielleicht *El. primigenius trogontherii* oder *El. primigenius*) ein Überragen der Schmelzfiguren über das Zement bis zu 10 mm angibt. An 2 Zähnen von Perugia ist die Überhöhung keinesfalls beträchtlicher, nur an dem dritten deutlicher ausgeprägt.

Um die übrigen *Planifrons*-Merkmale steht es nicht besser. Bei dem M II max. (Taf. IV Fig. 2) heißt es: „Die Kauflächenform ist ursprünglich und erinnert an *El. planifrons*“. Da die Kaufläche in die ovalen Formen gehört, die Kauflächen des *El. planifrons* nach Schlesinger aber „öfter das zur Bandform überleitende Rechteck“ zeigen sollen, so ist im Rahmen der Schlesinger'schen Anschauungen der Vergleichspunkt des Zahnes von Perugia mit den Zähnen von *El. planifrons* recht unglücklich gewählt. In Wahrheit besagen derartige Kauflächenformen nichts und Schlesinger's Feststellung für eine *Planifrons*-Verwandtschaft des Zahnes ist ebenso nichtssagend wie etwa die folgende: Die Zusammensetzung des Zahnes aus Schmelz, Dentin und Zement erinnert an Zähne von *El. planifrons*.

Für einen MM I max. sollen Schmelzwellung und mediane Zipfelbildung, dazu die Abknickung der Schmelzfiguren auf einer Seite „geradezu *planifrons*-artig“ sein. In Wirklichkeit steht die Schmelzfigur in allen wesentlichen Einzelheiten derjenigen einiger *Meridionalis*-Zähne viel näher als irgend einer unter dem abgebildeten *Planifrons*-Material. Das „*planifrons*-artige“ Abknicken der Schmelzfigur schließlich ist bei *El. planifrons* sehr selten, stets nur an 1, höchstens 2 nacheinanderfolgenden Lamellen erkennbar und unter den insgesamt 6 Fällen nur einmal deutlich und unserem Zahn vergleichbar, in den übrigen 5 immer nur schwach oder kaum angedeutet. Niemals wie hier in einer

Flucht von mindestens 4 Lamellen. Alle anderen Elefanten — vielleicht mit Ausnahme des *El. africanus*, von dem mir kein Fall bekannt ist — zeigen diese Eigentümlichkeit, die natürlich kein Speziesmerkmal, sondern eine „Anomalie" ist, häufiger oder ebenso häufig als *El. planifrons*. Besonders weist *El. antiquus* eine ganze Reihe von Molaren mit derartigen Lamellenumknickungen auf.

Den letzten der Zähne von Perugia, zugleich denjenigen, der am vollständigsten alle Forderungen eines oberpliocänen Vorfahren des *El. antiquus* erfüllt, bestimmte Bortolotti trotz seiner bedeutenden Größe als M I. Er verweist dabei auf einen *Antiquus*-Zahn von ähnlichen Dimensionen, den Weithofer l. c. als M I beschrieb, der aber zweifellos als M II gedeutet werden muß. Dieser *Antiquus*-Zahn führt auf einer Länge von 210 mm × 8 × Joche, doch gibt Weithofer an, daß ein Joch verloren gegangen sein könnte. Daraus läßt sich auf eine ursprünglich noch bedeutendere Länge des Zahnes schließen, die einen M I gänzlich ausschließt. Unser Zahn hat nach Bortolotti eine mutmaßliche ursprüngliche Länge von 200 mm besessen. Der M I mand. von *El. meridionalis* schwankt zwischen 140—172 mm, der des jüngeren, sehr großen *El. antiquus* zwischen 160—184 mm. Die größte Breite unseres Zahnes beträgt an der 5. Schmelzfigur 74 mm, bei *El. meridionalis* geht die Breite des mandibularen M I nicht über 65 mm hinaus, bei *El. antiquus* ist sie noch geringer. Unser Zahn fällt in seinen Maßen also weit außerhalb der Schwankungsbreiten der ersten Molaren, stimmt dagegen völlig mit zweiten Molaren überein, deren Länge bei *El. meridionalis* zwischen 195—225, deren Breite zwischen 60—100 mm schwankt.

Die geringe von Bortolotti rekonstruierte Lamellenzahl von × 8 × würde nicht gegen die Auffassung als M II sprechen, da das auch bei *El. meridionalis* vorkommt und besonders geringe Lamellenzahlen sich gelegentlich auch noch beim jungdiluvialen *El. antiquus* finden. Ein Paar M II des *El. antiquus* von Taubach führen nur × 9 ×. Im übrigen aber ist es gar nicht unwahrscheinlich, daß unser Zahn ursprünglich eine höhere Lamellenzahl besessen hat, daß mehr als nur ein Joch und der distale Talon durch Abbruch resp. Abkauung verloren gegangen sind. Bei so weit, bis zur letzten Lamelle einschließlich abgekauten Zähnen pflegt, wenn die Kaufläche nicht extrem konkav ist, im vorderen Zahnviertel Medianfusion der Lamellen, meist sogar erheblicher Schwund des Zahnschmelzes eingetreten zu sein. An dem Vorderende unseres Fragments sind trotz weitgehender Ankauung so starke Gebrauchserscheinungen nicht zu erkennen, was darauf hindeutet, daß es sich vorn eben nicht um das vordere Zahnviertel, sondern um eine etwas zurückliegende Partie handelt. Der Zahn könnte danach sehr wohl eine ursprüngliche Lamellenformel von × 9 × geführt haben.

Der Längen-Lamellen-Quotient stimmt mit 162 : 7,5 = **21,6** sehr gut mit dem L.-L.-Q. eines M II mand. des *El. meridionalis* aus dem Val d'Arno überein. Der betreffende Zahn hat bei nur × 8 × einen L.-L.-Q. von **21,8**. Auf nähere Beziehungen zu *El. planifrons* deutet der L.-L.-Q. also keineswegs, wie SCHLESINGER angibt, der durch Fortlassen des Talon bei der Berechnung einen L.-L.-Q. von **23.0** erhält.



Fig. 3. M II mand. von *El. meridionalis* var. *antiquus* von Perugia; wenig kleiner als ½ n. G. Nach BORTOLOTTI. Taf. V Fig. 2.

Der Verschmelzungstyp des Zahnes, den ich in Fig. 3 darstelle, ist lat. lam. med. lam., wobei die mediane Figur etwas größer ist als die innere laterale und etwas kleiner als die äußere laterale. Das heißt, der Mittelpfeiler ist noch schwach, wie wir es von unseren phylogenetischen Anschauungen aus für einen oberpliocänen Vorfahren des *El. antiquus* erwarten müssen. Mit SCHLESINGER's Ansichten ist diese Tatsache schwer zu vereinigen. Wäre der Zahn im Sinne SCHLESINGER's eine Zwischenform zwischen

El. planifrons und *El. antiquus* und wäre, wie SCHLESINGER meint, *El. planifrons* schon durch einen kräftigen Mittelpfeiler charakterisiert, so müßte sein oberpliocäner Nachkomme in der *Antiquus*-Reihe dieses Charakteristikum noch schärfer betont an sich tragen. Daß dies hier nicht der Fall ist, hätte SCHLESINGER an seiner Deutung Bedenken wecken müssen. Aber er konnte ja den Verschmelzungstyp „infolge tiefer Abkauung nicht sicher“ abnehmen!

Meine Beurteilung der Zähne von Perugia ist also die gleiche wie 1912 bis auf die Bestimmung des M I als M II.

Übrigens ist — bei meiner Auffassung von *El. planifrons* — die Frage, ob in diesen Zähnen eine Zwischenform zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus* oder eine antiquoide Form der Variationsbreite des *El. meridionalis* vorliegt, soweit es die Beurteilung der Merkmale gilt, fast die gleiche. Auch meine *antiquus*-artige Varietät des *El. meridionalis* ist naturgemäß eine Zwischenform zwischen *El. planifrons* und *El. antiquus*. Der Kern der Sache, das Entscheidende, ob selbständige, vom *Meridionalis*-Kreis getrennte Art, ob Varietät des *Meridionalis*-Kreises, liegt in der Anschlußmöglichkeit an die Variationsbreite des *El. meridionalis*. Dieser Anschluß ist aber in vielfältiger Weise, in allen gewünschten Übergängen vorhanden, und SCHLESINGER hat ihn und damit den Kernpunkt dieser Frage durchaus nicht bestritten. Schon in dem kleinen Material von Perugia ist die *Antiquus*-Ähnlichkeit deutlich abgestuft und kommt an dem M II max. am schwächsten zum Ausdruck. Vielleicht bietet sich an anderer Stelle Gelegenheit, die ganze Variationsbreite des *El. meridionalis* in Abbildungen darzustellen.

Auch in seinem 2. Abschnitt erscheint SCHLESINGER's Argumentation gegen meine Anschauungen wenig glücklich. Den Kernpunkt der Fragen streift sie nirgends, und wo sie neue Deutungen versucht, da geschieht es auf einer durch Materialkenntnis nicht hinreichend gestützten Basis. Bewundernswert bleibt trotz alledem die Selbstsicherheit des Autors, mit der er über nie gesehenes, in relativ wenigen Stücken abgebildetes Originalmaterial *(El. trogontherii)* allgemeine Urteile fällt und diese in phylogenetischen Betrachtungen weiter verarbeitet.

3. Zur Schädelfrage.

Nicht günstiger kann ich den dritten Abschnitt beurteilen, in dem die Schädelfrage abgehandelt wird. Hier konnte sich SCHLESINGER, wie er es so schön ausdrückt, „um so kürzer fassen, als SOERGEL die eingangs beleuchtete Schwenkung hinter lang geratenen Erörterungen zu verschleiern sucht und damit uns zeigt, wie tief er seine Stammeslinie gerade von der Craniologie her erschüttert fühlt“. Da in diesen „lang geratenen Erörterungen“

ohne irgendwelche Änderung meines alten Standpunktes die Erwägungen vorgetragen wurden, die meine Stellungnahme in dieser Frage 1912 und die dort ganz kurz gefaßten Darlegungen veranlaßten, so ist mir SCHLESINGER's merkwürdige Selbsttäuschung, die in dem zitierten Satz ihren formvollen Niederschlag gefunden, nicht recht verständlich. Daß SCHLESINGER nach dem Studium dieser Ausführungen mein Standpunkt in anderem Lichte erschien als früher, hat seinen Grund wohl darin, daß ihm meine Darlegungen eine Mißdeutung zum Bewußtsein brachten, die er meiner Arbeit von 1912 hat widerfahren lassen. Für Variationsbreite des *El. meridionalis* setzte er einfach *El. meridionalis* schlechthin, wodurch das Bild meiner phylogenetischen Anschauungen wesentlich verschoben wurde. Meine Richtigstellung 1915 mußte natürlich seine erste Beurteilung meiner Ansicht korrigieren. Damit habe aber nicht ich, sondern hat er den Platz gewechselt, und die mir vorgeworfene Schwenkung gehört zu den relativen Bewegungen, wie sie beispielsweise die Glieder einer Landschaft vor dem Auge eines Fahrenden ausführen. Wer in diesem Falle der „Fahrende" ist, dürfte nicht zweifelhaft sein.

Jedenfalls haben meine Darlegungen, und das ist erfreulich, Zweck und Inhalt meiner kurzen Bemerkungen über die Schädelfrage von 1912 auch SCHLESINGER's Verständnis etwas näher gebracht. Für die Gruppe von Elefanten mit getürmtem Schädel (z. B. *El. indicus*) hält SCHLESINGER meine Ausführungen für einwandfrei, möchte sie aber doch durch die Tatsache einschränken, daß Doppelwulst und hoher Schädeldom schon sehr jugendliche *Indicus*-Individuen mit „kaum sichtbaren Incisoren" auszeichnet. Von einer direkten mechanischen Einwirkung der eigenen Stoßzähne auf den Schädelbau kann hier natürlich nicht die Rede sein. Damit erscheint die Bedeutung der Stoßzahnentwicklung in Größe, Form und Ausbiegung auf die Phylogenese des Schädels aber in keiner Weise beeinträchtigt. Es dürfte auch SCHLESINGER bekannt sein, daß die Ontogenie nicht alle Stadien der Phylogenie wirklich wiederholt, daß Umänderungen, die in der Phylogenie auf direkten mechanischen Reizen und ihrer sich steigernden Wirkung beruhten, in der Ontogenie ohne direkte Wirkung solcher Reize sich anbahnen und als Folgen gewissermaßen automatisch in gewissen Stadien der Ontogenese aktiv werdender Tendenzen erscheinen. Für diese Tatsache gibt es Beispiele die Menge. Wo in der Entwicklung eines Stammes Umwandlungen eines Organs, Reduktion oder Verstärkung einsetzen, da sehen wir bei jüngeren Vertretern des Stammes schon in sehr frühen ontogenetischen, des mechanischen in der Stammesentwicklung wirkenden Reizes durchaus entbehrenden Stadien die betreffende Tendenz wirksam. Das Hinzutreten der Reize bei weiterer Entwicklung des Individuums bedeutet vielfach nur eine Beschleunigung des Tempos oder des

Ausmaßes, in dem das dem Stamm eigentümliche Merkmal sich entwickelt. Die Ontogenie des *Indicus*-Schädels spielt sich durchaus im Rahmen dieser vielfach gestützten Erfahrung ab und schränkt die Bedeutung der Stoßzahnentwicklung für die Phylogenese und Ontogenese des Elefantenschädels in keiner Weise ein.

Für die andere Gruppe von Elefanten mit niedrigem Schädel möchte Schlesinger meine Auffassung nicht gelten lassen. Was er hier anzuführen weiß, zeigt, daß er meine Darlegungen hier wieder völlig mißverstanden hat oder mißverstehen wollte. Er schreibt: „Wäre die Schädelform des Elefanten nun wirklich bloß das Ergebnis eines einfachen Gleichgewichtszustandes zwischen Cranium, d. h. Cranialdom und Stoßzahnwachstum, so müßten wir stets bei den Arten, welche die riesigsten Stoßzähne trugen, den am meisten getürmten Schädel antreffen.

Das ist aber nicht der Fall.

El. antiquus, welcher mit 5 Meter die größte Länge der Incisoren überhaupt erreicht, trägt den niedrigsten Schädel, *El. africanus*, welcher bis über 2 Meter lange, vorgestreckte Stoßzähne trägt, ist gleichfalls durch sehr niedrigen Dom ausgezeichnet.

Wir sehen also, daß die Schlußfolgerung in der Art, wie sie Soergel zieht, nicht stimmt."

Hierzu ist zu bemerken:

Den bei Schädelumbildungen herrschenden Mechanismus habe ich keineswegs so primitiv dargestellt, als es nach Schlesinger's Ausführungen scheinen muß. Er spricht stets nur von Größenveränderungen der Stoßzähne. Ich schrieb aber 1915 I, p. 209: „Unterschiedlich kommt in der Phylogenese nicht nur eine Größenveränderung, sondern in stärkerem Maße eine Formveränderung der Stoßzähne in Betracht." Dahin gehören aber neben einfacher Formveränderung als korrelativ mit ihr verbunden weiterhin Änderungen in der Lage und Richtung der Incisoralveolen. Derartige Änderungen haben Verschiebungen zur Folge in der Art und Richtung des Zuges, der von den Stoßzähnen auf die Intermaxillaria und damit auf den Schädel ausgeübt wird. Das ergibt schließlich Änderungen in dem Gleichgewichtszustand, der zwischen den Stoßzähnen als Druck und Zug hervorrufende Teile oder als Hebelarme, und dem Schädel als Träger der Aufhängepunkte dieser Hebelarme besteht. Dieser Gleichgewichtszustand und seine Änderungen kommen hier in Betracht. In Schlesinger's einfachere Vorstellungskreise hat diese meine sonst nicht mißverstandene Auffassung keinen Eingang gefunden. Wie seine weiteren Ausführungen zeigen, glaubt er, es handle sich um den Gleichgewichtszustand, der zwischen Schädel und Rumpf besteht; und diesen hält er für besonders wichtig für den Mechanismus der Schädel-

umbildungen. Da aus Stoßzahnänderungen ihm der flache Schädeltypus unverständlich erscheint, „so müssen bei dieser Reihe wesentlich andere Ursachen am Werke sein“. In einer verschiedenen Ausbildung des Ligamentum nuchae glaubt er die Ursache gefunden zu haben. Ein Vergleich eines Schädels von *El. indicus* mit dem eines *El. africanus* zeigte ihm, daß die Höhlungen für das Ligamentum nuchae am *Africanus*-Schädel stärker sind, was ja bei einer stärker bewehrten Art mit demzufolge viel schwererem Schädel eigentlich nicht weiter merkwürdig ist. Die großen vorgestreckten Stoßzähne hätten bei *El. africanus*, so führt er aus, eine andere Schädelhaltung als bei *El. indicus* bedingen müssen, um die Stoßzahnspitzen in hinreichender Höhe über der Erde zu halten. Das hätte aber nur durch ein stärkeres Ligamentum nuchae erreicht werden können. Schließlich kommt er zu dem Schluß: „Das Gleichgewicht am *Africanus*-Cranium — und per analogiam wohl ebenso am gleichfalls niedrigen *Antiquus*-Cranium — wurde also vornehmlich durch das Ligamentum nuchae aufrecht erhalten.“ Daß das Gleichgewicht zwischen Schädel und Rumpf durch das Ligamentum nuchae wesentlich mitbestimmt wird, daß Schlesinger's Darlegungen über die verschiedene Schädelhaltung des *El. indicus* und *El. africanus* und die stärkere Entwicklung des Ligamentum nuchae bei letzterem viel Richtiges enthalten, wird niemand bestreiten. Ebenso sicher ist aber, daß in diesen Tatsachen niemals die primäre Ursache zur Umbildung des Elefantenschädels im Laufe der Stammesgeschichte gesehen werden kann, daß dieser Gleichgewichtszustand gegenüber dem anderen, 1915 von mir formulierten für die uns beschäftigende Frage gar keine Rolle spielt. Selbst Schlesinger kann keinen Weg andeuten, auf dem die Verstärkung oder ein stärkeres Ligamentum nuchae die Schädelform beeinflussen könnte. Die ganzen um das Ligamentum nuchae gruppierten Darlegungen Schlesinger's haben mit dem Problem der Schädelumbildung gar nichts zu tun. Wie Schlesinger p. 64 selbst hervorhebt, ist Änderung der Schädelhaltung und damit Änderung der Stärke des Ligamentum nuchae von Gewichtsverschiebungen am Gesamtschädel abhängig, die durch die Stoßzähne bedingt werden. Letzten Endes ist es also auch hier ein Entwicklungsvorgang an den Stoßzähnen, der umgestaltend wirkt, und damit bewegen sich die abschweifenden Erörterungen Schlesinger's durchaus im weiteren Rahmen meiner 1915 skizzierten Vorstellungen, gegen die sie vom Autor eigentlich gedacht sind.

Schließlich paßt im Rahmen des Schlesinger'schen Vorstellungskreises *El. meridionalis* gar nicht in dieses Bild. In Form und Biegung, „vorgestreckt, wenig gekrümmt“, sind die Stoßzähne dieser Art denen des *El. africanus* meist ähnlicher als den vorn hochgebogenen des *El. trogontherii* oder gar *primigenius*, stellen

bei großer Massigkeit und sehr bedeutender, 4 m gelegentlich übertreffender Länge mindestens die gleiche relative Belastung des Schädels dar als bei *El. africanus*, so daß auch für diese Art mit einem sehr kräftigen Ligamentum nuchae gerechnet werden muß. Denn sie mußte bei meist sehr wenig aufgebogenen Zähnen aus dem gleichen Grunde wie *El. africanus* den Schädel erhobener tragen als *El. trogontherii* mit vorn aufgebogenen Stoßzähnen, dem eine andere Schädelhaltung von unserem Gesichtspunkt aus zum mindesten freistand. Trotzdem gehört die Art in ihren Typus-Vertretern zu der hochschädeligen Gruppe. Ein starkes Ligamentum nuchae kann auch aus diesem Grunde also keineswegs die Ursache einer besonders niedrigen Schädelform sein.

Die Ausbildung niedriger Schädelformen läßt sich viel eher und ohne solche Widersprüche aus Formveränderungen der Stoßzähne verstehen. Beide Formen dieser Gruppe, *El. africanus* und *El. antiquus*, haben sehr ähnlich geformte Stoßzähne, haben vor allem die gleiche starke Divergenz der Stoßzahnalveolen. Daß Druck und Zug der Stoßzähne unter solchen Verhältnissen gleich, und zwar gleichsinnig anders wirken, einen anderen Gleichgewichtszustand durchsetzen müssen als bei Formen mit anders gebogenen Stoßzähnen, mit fast parallelen oder sehr schwach divergierenden Stoßzahnalveolen, ist meines Erachtens einleuchtend genug. Es ist nicht nur, wie Schlesinger meint, die Stärke des Zuges, sondern vor allem auch die Richtung, in welcher der Zug auf den Schädel wirkt, die bei entwicklungsmechanischen Betrachtungen in Rechnung zu stellen ist. Und es ist augenscheinlich, daß sich hier die beiden Schädeltypen verschieden verhalten. Diese Verschiedenheiten können sich aus einer Grundform im Laufe langer Zeiten um so eher entwickelt haben, als ein Agens für solche Umbildungen immer gegeben war in der in bestimmter Weise auf das Milieu des Wohngebietes, die Lebensbedingungen der Art reagierenden Variabilität der Stoßzähne. Die Entwicklung der Stoßzähne nach Größe, Form, Biegung und Orientierung am Schädel ist es, die in erster Linie umbildend einwirkt auf die Schädelform der Elefanten. Allein aus diesem Prinzip läßt sich die Entwicklung flachdomiger und hochdomiger Formen in gleichem Maße begreifen.

Mit der Bemerkung, daß ich geflissentlich den *Meridionalis*-Cranien ausweiche, auf die er nachdrücklich hingewiesen habe, greift Schlesinger am Schluß dieses Abschnitts nochmals eine Mißdeutung meiner Ausführungen auf, die ich 1915 schon zurückgewiesen habe: ich habe *El. antiquus* niemals von *El. meridionalis* typus hergeleitet und daher auch niemals den hohen Schädel des *El. meridionalis* typus als Ausgangsbasis für den flacheren *Antiquus*-Schädel angesehen. Schlesinger wird nicht verlangen können,

daß ich jede beliebige von ihm mir unterstellte Anschauung als meine eigene verteidige.

Für die diskutierte Schädelfrage kann ich den Optimismus SCHLESINGER's nicht teilen, der seine Erörterungen über den Schädel und die Momente, die ihn im Laufe der Phylogenie verändern, selbst als „grundlegende“ bezeichnet. Auch hier treffen, wie in früheren Abschnitten, seine Ausführungen absichtlich oder unabsichtlich den Kern der Frage nicht, und ich habe nicht die geringste Veranlassung, meinen 1912 und 1915 festgelegten Standpunkt über den Mechanismus der Schädelumbildung und seine Konsequenzen für die Frage nach dem oberpliocänen Vorfahren des *El. antiquus* irgendwie zu modifizieren.

III. Schlußbemerkungen.

Eine kritische Prüfung der Gründe, die SCHLESINGER neuerdings für seine und gegen meine Anschauungen über die Stammesgeschichte des *El. antiquus* ins Feld führte, hat eine mit richtigen Tatsachen wie einwandfreien Kombinationen gleich bescheiden ausgestattete Argumentation bloßgelegt. Versuche SCHLESINGER's, mir einen Umschwung meiner Ansichten in der Richtung seiner eigenen Vorstellungen nachzuweisen, verdienen, da sie lediglich auf einer merkwürdigen Interpretationskunst beruhen, Zurückweisung meinerseits.

Heute wie 1915 und 1912 vertrete ich die Ansicht, daß *El. antiquus* aus der Variationsbreite des *El. meridionalis* herzuleiten ist, daß diese im Oberpliocän vorhandene Variationsbreite sich unter dem Einfluß von Ost—West gerichteten Wanderungen schon im Voroberpliocän zu entwickeln begann. Als die Wanderform, die den Elefantenstamm von Südasien über Europa verbreitete, betrachte ich nach wie vor eine fortgeschrittenere Form als *El. planifrons*, einen primitiven *El. meridionalis*, im Gegensatz zu SCHLESINGER, der *El. planifrons* selbst für die Wanderform hält. In der Ablehnung dieser Ansicht, sowie der SCHLESINGER'schen Stammreihe *El. planifrons—El. antiquus* bin ich mit vielen Autoren einig (vergl. dazu W. O. DIETRICH's neue Arbeit über *El. antiquus Recki* im Archiv für Biontologie 1916), die neben einer mindestens gleichen Literaturkenntnis wie SCHLESINGER über eine viel beträchtlichere Materialkenntnis und Erfahrung verfügen.

Mit diesen Ausführungen schließe ich meinerseits die Diskussion über die Abstammung des *El. antiquus*, da ich zu weiteren Korrekturen von Irrtümern, Beobachtungsfehlern und falschen Kombinationen weder Zeit noch Lust habe, und behalte mir vor, zu gelegenerer Zeit an anderer Stelle die Grundlagen meiner phylogenetischen Anschauungen in ausführlichen Tabellen und zahlreichen Abbildungen darzustellen.

Besprechungen.

C. Diener: Untersuchungen über die Wohnkammerlänge als Grundlage einer natürlichen Systematik der Ammoniten. (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. Abt. I. **125**. p. 253—309. Wien 1916.)

Durch langjährige Beschäftigung mit dem Studium der Ammoniten ist Verf. in Übereinstimmung mit Frech zu der Überzeugung gelangt, daß keinem Merkmale dieser fossilen Schalen allein eine dominierende systematische Bedeutung zukommt, so daß nur die genaue Erforschung der stammesgeschichtlichen Entwicklung im einzelnen zu einer natürlichen Systematik führen kann. Nachdem er dies kürzlich (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. **93**) hinsichtlich der Adventivloben dargelegt, zeigt er nun in der vorliegenden Veröffentlichung, daß auch die Wohnkammerlänge keine ausreichende Grundlage für die Trennung höherer systematischer Ammonitengruppen bietet, mag sie auch in vielen Fällen ein treffliches Mittel zur Charakterisierung von Gattungen liefern.

Hiedurch stellt er sich in entschiedenen Gegensatz zu E. Haug, E. v. Mojsisovics, G. v. Arthaber und D. Sobolew, welche der Wohnkammerlänge eine überragende phylogenetische Bedeutung zuerkennen. So teilt v. Arthaber die paläozoischen, namentlich aber die triadischen Ammoneen, je nachdem die Länge ihrer Wohnkammern mehr oder weniger als den letzten Umgang beträgt, in die beiden primären Gruppen der Makrodoma und Mikrodoma (= Brachydoma Mojs.) ein.

Ähnlich wie Diener stehen diesem Standpunkte A. Hyatt, R. Wedekind und F. Frech ablehnend gegenüber, von denen der letztere der Wohnkammerlänge für die Ammonitenklassifikation nur geringe Wichtigkeit beimißt, da ihre Länge nach seiner Ansicht von dem schnellen (kurze) oder langsamen Wachstum des Tieres (lange Wohnkammer) abhängt und also eine Funktion der Wachstumsgeschwindigkeit darstellt. Wedekind, der mit derselben Schärfe wie Frech die Aufstellung eines Ammonitensystems auf Grund der Wohnkammerlänge bekämpft, wendet sich mit Recht gegen die willkürliche Annahme des Grenzwertes von einem Umgange zwischen langen und kurzen Wohnkammern, da dieser Betrag entschieden den wahren Mittelwert ($\frac{5}{6}$—$\frac{7}{8}$ Umgang) zwischen den kürzesten ($\frac{1}{5}$ U.) und längsten (ca. $1\frac{1}{2}$ U.) beobachteten Wohnkammern überschreitet. Um dieser Willkür einigermaßen abzuhelfen, unterscheidet Diener statt der bisherigen kurzen und langen Wohnkammern mehrere Größenstufen derselben (sehr kurz $< \frac{1}{2}$ U., kurz $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ U., mittellang $\frac{3}{4}$—1 U., lang 1—$1\frac{1}{4}$ U., sehr lang $> 1\frac{1}{4}$ U.).

Die Ansicht F. Noetling's, daß die relative Seltenheit der Ammoniten mit vollständig erhaltener Wohnkammer entschieden gegen eine Verwendung der Wohnkammerlänge als systematisches

Kriterium spricht, kann von dem zoologisch denkenden Paläontologen unmöglich anerkannt werden, für den bei der Beurteilung dieser Frage bloß die Prüfung der Beziehungen des Tieres zu seiner Wohnkammer und zwischen der Wohnkammerlänge und der Wachstumsart der Ammonitenschalen sowie die Untersuchung der Schwankungen der Wohnkammerlänge bei Individuen derselben Art und innerhalb einzelner Gattungen entscheidend sein dürfen.

Die Beziehungen des Tieres zu seiner Wohnkammer bei *Nautilus* und den Ammoniten.

Die beim rezenten *Nautilus* gemachte Erfahrung, daß seine Wohnkammer von dem kontrahierten Tierkörper genau ausgefüllt wird und uns daher ein getreues Abbild von dessen Dimensionen liefert, darf, wie schon Zittel 1868 bemerkt hat, wegen der inneren Organisationsdifferenzen zwischen Nautiliden und Ammoniten wohl nicht ohne weiteres auf letztere übertragen werden.

Würden auch zugunsten eines derartigen analogisierenden Vorgehens gewisse Einrichtungen an fossilen Ammonitengehäusen, wie die visierartig verengten und z. T. abgeschlossenen Mündungen einiger Genera mit anormaler Wohnkammer oder gar der Besitz der als Verschlußdeckel der Wohnkammer funktionierenden Aptychen, sprechen, so stehen dem doch andererseits mancherlei Beobachtungen gegenüber, die vor der allgemeinen Übertragung der obigen an *Nautilus* gemachten Feststellung auf die fossile Ordnung der Ammoniten warnen und demgemäß zu einer gewissen Vorsicht bei der biologischen Bewertung der Wohnkammerlänge auffordern.

So wird man mit E. W. Benecke bei den mit Seitenohren versehenen Ammonitenschalen (z. B. *Cosmoceras Jason*) annehmen müssen, daß sich der Tierkörper, sollten die zarten Ohren nicht zerbrechen, höchstens bis zu deren Vorderende zurückziehen konnte und daher zwischen diesen unbedeckt lag. Und bei den ein extremes Rostrum tragenden Schalen (z. B. *Quenstedticeras Lamberti*) macht es der fast stets zerquetschte Erhaltungszustand dieses Mündungsteiles höchst plausibel, daß er bereits außerhalb des sich beim Tode kontrahierenden Tierkörpers zu liegen kam, an dem er also keine Stütze mehr finden konnte.

Auch in jenen seltenen Fällen, in denen die Wohnkammer eines Ammoniten so abnorm verkürzt erscheint, wie bei dem von A. Hyatt 1903 aus der Oberkreide von Mississippi beschriebenen *Sphenodiscus lobatus* Tuom. (Wohnkammerlänge = $\frac{1}{20}$ U.) dürfte ein Teil des Tierkörpers wohl dauernd und selbst bei seiner stärksten Kontraktion außerhalb des Gehäuses verblieben sein.

Die Wohnkammerlänge in ihren Beziehungen zur Art des Wachstums der Windungen.

Daß die äußere Gestalt der Ammonitentiere nicht nur durch die verschiedene Länge und Form ihrer Wohnkammer (wurmförmiger, langer Körper eines nodosen Ceratiten einerseits, gedrungener und plumper eines intuslabiaten Arcesten andrerseits) bedingt ist, sondern

ebensosehr durch die Wachstumsart ihrer Windungen, lehrt beispielsweise der Vergleich der zu demselben Genus gehörigen und durch die globosen Jugendstadien miteinander übereinstimmenden Schalen von *Ptychites tibetanus* Mojs. und *Pt. megalodiscus* Beyr., von denen die erste Art während der Altersreife ihre breite, plumpe Gestalt beibehält, wogegen letztere schmal und hochmündig wird. Dabei dürfte sich aber wohl kaum gleichzeitig eine tiefgreifende Veränderung der inneren Organisation des Tieres vollzogen haben.

Der Zusammenhang zwischen der Wohnkammerlänge der Ammoniten und der Anwachsungsart ihrer Windungen ist eine seit langem bekannte Tatsache, die aber von verschiedenen Forschern nicht gleichmäßig bewertet wird.

Während E. v. Mojsisovics es als Regel erachtet, daß hochmündige Gehäuse eine kürzere Wohnkammer besitzen als die niedrigmündigen, hält F. Frech die Wohnkammerlänge in diesem Sinne geradezu für eine Funktion der Wachstumsgeschwindigkeit der Schalen, und G. Prinz glaubte sogar ganz allgemein aus der Wachstumsform der Phylloceraten direkt auf ihre Wohnkammerlänge schließen, d. h. die meist unbekannte Größe derselben so rekonstruieren zu dürfen.

C. Diener, der gleichfalls auch den Einfluß des Windungswachstums auf die Wohnkammerlänge ohne weiteres zugibt, ist nach sorgfältiger Prüfung vieler auf dieses Verhältnis bezüglicher Beobachtungen zu dem Ergebnisse gelangt, daß zwar fast alle hochmündigen und schnellwüchsigen Ammoniten brachydom (mit kurzen oder mittellangen Wohnkammern ausgestattet) sind, wogegen bei den langsam anwachsenden Formen mit breitem Querschnitt von keinem Gesetze bezüglich der Wohnkammerlänge und folglich auch von keinerlei prognostischen Bestimmung einer solchen die Rede sein kann.

Schwankungen der Wohnkammerlänge bei Individuen derselben Art.

Während nicht wenige Ammonitenarten durch eine auffallende Konstanz ihrer Wohnkammerlänge in allen Altersstadien ausgezeichnet sind (*Hecticoceras hecticum, Ludwigia Murchisonae, Streblites* div. sp.), bemerkt man bei anderen eine entschiedene Veränderung derselben, sei es, daß sie mit vorrückendem Alter eine Zunahme erfährt (so bei *Arietites spiratissimus* und *Ar. latesulcatus* von ca. $1 - > 1\frac{1}{2}$ U.), sei es, daß sie dabei eine relative Verkürzung erleidet (z. B. bei *Tirolites*, bei *Xenodiscus sulioticus* von $1 - \frac{9}{10}$ U., bei *Aulacostephanus tibetanus* von $> \frac{3}{4}$ U. — $< \frac{3}{4}$ U. und gewissen malayischen *Macrocephalites* von $\frac{3}{4} - \frac{1}{2}$ U.).

Eine solche Verkürzung dürfte bei altersreifen Exemplaren in manchen Fällen (z. B. *Metoicoceras Swallowi* von $\frac{3}{4} - \frac{1}{2}$ U.) mit der Zunahme ihrer Hochmündigkeit zusammenhängen, bei *Parkinsonia* (*P. acris* mit $1 - \frac{2}{3}$ U.) mit der Ausbildung der für das Altersstadium charakteristischen Skulptureigentümlichkeit. Die Wohnkammerlänge von *Dactylioceras commune* zeigt sehr auffällige und

anscheinend vom Altersstadium unabhängige individuelle Schwankungen (von ca. $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{20}$ U.), und solchen ist sie auch bei den *Macrocephalites* in auffälliger Weise unterworfen.

Die vom Verf. gesammelten Beobachtungen über die in verschiedener Richtung erfolgenden individuellen Schwankungen der Wohnkammerlänge bei verschiedenen brachy- und makrodomen Ammonitenarten mahnen jedenfalls bei der Bewertung dieses Merkmales für die Systematik zu einiger Vorsicht.

Veränderlichkeit der Wohnkammerlänge innerhalb der Gattung.

Hinsichtlich ihrer Involution, Skulptur und Lobenlinie so indifferente Typen wie die paläozoischen Goniatiten, deren Wohnkammerlänge von E. Haug innerhalb gewisser Formenkreise für auffallend konstant, von F. Frech hingegen für variabel (z. B. bei *Aphyllites, Tornoceras*) erklärt wird, sind nach des Verf.'s Meinung überhaupt wenig für eine Klärung der Frage nach der Konstanz der Wohnkammerlänge geeignet, da bei der Gattungstrennung derartiger, durch so wenig charakteristische Merkmale miteinander verknüpften Formen eine Differenz in der Wohnkammerlänge gewiß einen entscheidenden Ausschlag geben müßte. Ganz anders liegt hingegen die Sache bei einer durch Ornamentierung, Suturlinie und Mundsaumgestalt so hochspezialisierten Ammonitengattung wie *Perisphinctes,* an deren durch diese vielen Eigenschaften gut charakteristischen Gattungsfassung nicht wegen ihrer wechselnden Wohnkammerlänge gerüttelt werden darf.

Der großen Bedeutung gemäß, welche die Konstanz eines systematischen Merkmales innerhalb der höheren Systemkategorien (von der Gattung in weiterer Fassung angefangen) für seine Bewertung besitzt, hat Verf. an einem besonders umfangreichen und von verschiedenen mesozoischen Gattungen gewonnenen Beobachtungsmaterial die große generische Konstanz der Wohnkammerlänge festgestellt, deren hoher systematischer Wert durch die mitunter vorkommenden geringen Schwankungen nicht beeinträchtigt zu werden vermag. Solche Gattungen sind:

Placenticeras Meek., Wohnkammer (Wk.) regelmäßig = $\frac{1}{2}$ U.;
Oppelia Waag., Wk. = $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ U.;
Phylloceras Suess, Wk. kurz bis mittellang ($\frac{1}{2}$—$\frac{4}{5}$ U.);
Aspidoceras Zitt., Wk. stets kurz ($\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ U.);
Haploceras Zitt., Wk. fast stets kurz (meist $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ U., ausnahmsweise ca. 1 U.);
Harpoceras Waag. (im weiteren Sinne), Wk. kurz, nur ausnahmsweise mittellang ($\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ U., selten $\frac{3}{4}$—$\frac{4}{5}$ U.):
Ceratites nodosi, Wk. konstant kurz;
Ophiceras Griesb., Wk. konstant kurz ($\frac{1}{2}$—$\frac{7}{12}$ U.);
Meekoceras Hyatt (inkl. *Aspidites* Waag.), Wk. konstant kurz ($\frac{1}{2}$—$\frac{3}{5}$ U.);
Simoceras Zitt. („makrodome“ Gattung), Wk. = ca. 1 U.

Diesen durch die Konstanz ihrer Wohnkammerlängen ausgezeichneten Ammonitengenera steht eine beträchtliche Anzahl von jurassischen und triadischen Gattungen gegenüber, bei denen dieses Merkmal recht erheblichen Schwankungen unterliegt, wie z. B.:

Hoplites NEUM., Wk. kurz bis lang ($\frac{1}{2}$— > 1 U.);

Perisphinctes WAAG., bei welchem die geringe systematische Bedeutung der Wohnkammerlänge mit besonderer Deutlichkeit hervortritt. Es ist bei verschiedenen Arten die Wk. > 1 U., = 1 U., 1—$\frac{3}{4}$ U., $\frac{3}{4}$ U., $\frac{3}{4}$ U. > Wk. > $\frac{1}{2}$ U., $\frac{2}{3}$ U., 1—$\frac{2}{3}$ U. (Subgenus *Virgatosphinctes* und *Aulaeosphinctes*), $\frac{1}{2}$ U. (Subgenus *Sutneria*), $\frac{1}{4}$ U. (*Perisphinctes bernensis*);

Parkinsonia BAYLE, Wk. = $\frac{2}{3}$—1$\frac{1}{4}$ U.;

Coeloceras HYATT, Wk. = $\frac{1}{2}$—1$\frac{1}{2}$ U.;

Stephanoceras WAAG., Wk. kurz, mittellang oder lang ($\frac{1}{2}$—1$\frac{1}{4}$ U.);

Lytoceras SUESS, Wk. in der Regel $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ U., manchmal auch bis über 1 U. (Subgenus *Costidiscus* UHL.);

Hammatoceras HYATT, Wk. kurz, mittellang oder lang (von Wk. < $\frac{2}{3}$ U. bis Wk. > 1 U.);

Dumortieria HAUG, Wk. = $\frac{2}{3}$—1 U.;

Psiloceras HYATT, Wk. $\frac{1}{2}$ bis ca. 1$\frac{1}{2}$ U.;

Xenodiscus WAAG., Wk. $\frac{1}{2}$—1 U.

Daß aber auch bei den triadischen „*Ammonea makrodoma*" die Wohnkammerlänge durchaus nicht ausnahmslos der generalisierenden Angabe von E. v. MOJSISOVICS entspricht, der ihr einen Betrag von mindestens einem vollem Umgang zuschreiben wollte, geht aus folgender Nachprüfung hervor; es beträgt z. B. bei:

Anatomites Mariani GEMM. (Subgenus von *Juvavites*) die Wk. $\frac{3}{5}$ U.,

Paulotropites Hyatti GEMM. die Wk. ein wenig > $\frac{3}{4}$ U.,

Stenarcestes malayicus WELT. die Wk. $\frac{9}{10}$ U.,

Lobites Sandbergeri MOJS. die Wk. < 1 U.

Metriodome Ammoniten.

Für jene Ammonitengattungen, welche, wie die triadischen *Styrites* MOJS. (nach MOJSISOVICS zu den makrodomen Tropitiden gehörig), *Gonionotites* GEMM. und *Ptychites* (nach v. ARTHABER zu den brachydomen Tornoceraten gestellt), eine relativ konstante Wohnkammerlänge von $\frac{3}{4}$ bis zu ca. einem vollen Umgang besitzen und sich demgemäß weder in den Begriff der Makrodoma (Wk. = 1 —1$\frac{1}{4}$ U.), noch der Brachydoma (Wk. = $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ U.) einfügen lassen, sondern vielmehr als eine breite Grenzzone zwischen die beiden also keineswegs im Sinne von E. v. MOJSISOVICS und G. v. ARTHABER durch eine kritische Grenze (Wk. = 1 U.) voneinander geschiedenen Typen einschieben, schlägt Verf. die neue Bezeichnung „metriodome" Ammoniten vor.

Die Einführung dieses Typus erscheint um so nötiger, als ihm viele und phylogenetisch wichtige Gattungen angehören. Außer den drei bereits genannten Gattungen seien von solchen noch die triadischen Genera *Gymnotoceras* HYATT, *Owenites* HYATT et SMITH,

Barrandeites Mojs., *Proteites* Hau. und vielleicht auch *Nannites* Mojs. und *Inyoites* Hyatt et Smith, sowie die jurassischen und untercretacischen Gattungen *Sphaeroceras* Bayle, *Cadoceras* Nik., *Garantiana* Buckm., *Cardioceras* Neum., *Reineckia* Bayle und *Holcostephanus* Neum. et Uhl. angeführt.

Der phylogenetische Wert der Wohnkammerlänge. Nachdem sich heute viele wichtige Argumente für die Abstammung brachydomer von makrodomen Formengruppen und umgekehrt geltend machen lassen, erscheint die Haupteinteilung der Ammoniten in Brachydoma und Makrodoma erschüttert, da sie ja nur die Ableitung brachydomer Formen von brachydomen und makrodomer von ebensolchen zur phylogenetischen Voraussetzung hatte.

Um von vielen derartigen Beweisen nur einige zu erwähnen, möge auf die innigen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen der brachydomen Gattung *Sagenites* wie der auch durch eine relativ kurze Wohnkammer ausgezeichneten Genera *Styrites* und *Gonionotites* zu den makrodomen *Tropitoidea*, ferner des eine Wohnkammerlänge von ca. $\frac{3}{4}$ U. besitzenden Genus *Amarassites* Welt. zu dem makrodomen *Halorites* Mojs., dann des makrodomen *Costidiscus* zu den übrigen, meist brachydomen Lytoceren, der durch kurze, resp. wechselndlange Wohnkammern gekennzeichneten Subgenera *Asteroceras*, resp. *Arnioceras* zu den überwiegend makrodomen Vertretern von *Arietites* hingewiesen werden, desgleichen auf die mannigfachen phylogenetischen Übergänge von dieser Gattung zu den eine kurze bis mittellange Wohnkammer besitzenden Harpoceraten. Aus dem brachydomen, triadischen *Monophyllites* (resp. *Mojsvarites*) ist nach der Ansicht der meisten jetzigen Ammonitenforscher das makrodome liassische Genus *Psiloceras*, die Stammform für *Aegoceras, Schlotheimia* und *Arietites*, abzuleiten.

Übrigens sind die innerhalb vieler Ammonitengattungen festgestellten Schwankungen der Wohnkammerlänge so groß, daß sich der Ableitung brachydomer Formengruppen aus makrodomen und umgekehrt auch keinerlei theoretische Schwierigkeiten entgegenstellen.

Während in den devonischen Goniatitenfaunen brachy- und makrodome Ammoniten gleichmäßig nebeneinander auftreten, erscheinen zur Zeit der Obertrias (in den Hallstätter Kalken) die letzteren in größerem Individuenreichtum, aber in geringerer Artenzahl als die brachydomen entwickelt. Nachdem sie im Lias den Höhepunkt ihrer Entfaltung erreicht haben, werden sie später während der Unterkreide sehr selten, um dann in der Oberkreide (sicher in der Maestrichtstufe) brachydomen Gattungen vollkommen Platz zu machen. **F. Trauth.**

Personalia.

Ernannt: Prof. Dr. **Fr. Kossmat**, Direktor der Kgl. Sächs. Geol. Landesuntersuchung und Ordinarius für Geologie und Paläontologie an der Universität Leipzig zum Geheimen Bergrat.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Trachtstudien an einem geschichteten Turmalinkristall.

Von **Herm. Tertsch** (Wien).

Mit 6 Textfiguren.

In der ungewöhnlich reichhaltigen und wertvollen Edelsteinsammlung des Herrn Hofrates A. v. Loehr befindet sich eine in Platten zerlegte Turmalinsäule von etwa 9 cm Höhe und $4\frac{1}{2}$ cm Dicke. Der äußerlich faßt undurchsichtig schwarz erscheinende Kristall ist durch Schnitte normal zur Hauptachse, mit deren einem Ende er aufgewachsen war, in 10 Teile zerlegt. Von dem Basisteil mit etwa $1\frac{3}{4}$ cm Höhe ist bloß eine, durch einen radialen Längsschnitt begrenzte Hälfte vorhanden. Darauf folgen 8 Platten parallel der Basis mit fast durchgehends 4 mm Dicke und endlich der gut ausgebildete Kristallkopf mit etwa $2\frac{3}{4}$ cm Höhe[1]. Sowohl die 8 Platten, wie der Kopf, liefern vollständige Querschnitte durch den Kristall.

Die prächtigen Zeichnungen in den Querschnitten, der bunte Wechsel von grauen, rosa, lichtgrünen, faulgrünen und fast schwarzen Schichten mit nahezu farblosen Zwischenlagen und die dank der systematischen Zerlegung des Kristalles gebotene Möglichkeit, jede einzelne, durch ihre Farbe charakterisierte Anwachsschichte durch mehrere Platten zu verfolgen, ließen eine genauere Durchmessung des Kristalles im Hinblick auf die ziffernmäßige Verfolgung des Schichtbaues ungemein verlockend erscheinen.

[1] Die Summe der angegebenen Höhen und Schichtdicken ist wesentlich kleiner als die mit 9 cm bemessene Gesamthöhe. Das hat seinen Grund darin, daß bei dem Zersägen des Kristalles mit einem nicht unbeträchtlichen Abfall zwischen je 2 Platten gerechnet werden muß. Die Ermittlung der durch das Zerschneiden verlorengegangenen Zwischenschichten läßt sich mit ziemlicher Sicherheit durchführen. In der Prismenzone laufen an mehreren Stellen Wachstumsunregelmäßigkeiten (Abformungsflächen anderer Körper?) schräg über die Prismenflächen weg. Eine hievon, welche, stark geneigt, außen über eine Reihe von Platten hinzieht, ist ziemlich geradlinig begrenzt. Das einfache Aufeinanderschichten der Platten läßt diese Linie treppenartig zerstückelt erscheinen. Legt man die Platten so weit auseinander, bis sich diese Störungslinie zu einer Geraden ergänzt, so sind damit die beim Zersägen und nachfolgenden Polieren verlorengegangenen Zwischenschichten ziemlich genau wieder hergestellt. Die Abstände von Platte zu Platte betragen danach etwas mehr als je 1 mm.

Es ist dem Verfasser ein Bedürfnis, Herrn Hofrat v. Loehr auch hier noch für die Überlassung des selten schönen Untersuchungsmateriales herzlichst zu danken.

Der Kristall, dessen Fundort leider nicht genau feststeht[1], hat eine nur wenig exzentrisch gelagerte Spitze und zeigt diesen ziemlich regelmäßigen Aufbau auch in allen seinen Querschnitten, demzufolge es leicht ist, in der etwas konvex gekrümmten Ansatzfläche der Basis den wahrscheinlichsten Keimpunkt des wachsenden Kristalles zu rekonstruieren. Wenn auch keinerlei Reste des Muttergesteines an dem Kristalle erhalten sind, deutet doch das Aussehen des Basisteiles darauf hin, daß der Kristall entweder wirklich

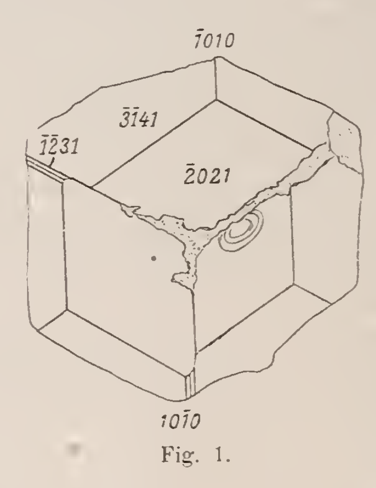


Fig. 1.

vollständig von der Unterlage abgehoben ist, oder der etwaige zurückgebliebene Rest nur ganz unbedeutend sein kann, weshalb man den tiefsten Basispunkt, der genau unterhalb der Spitze des Kristalles zu liegen kommt, als wahrscheinlichsten Keimpunkt ansehen darf.

Der Kopf des Kristalles wird durch das Rhomboeder $0\bar{2}21$ $(-2R)$ und durch ditrigonale Pyramiden begrenzt (Fig. 1). Die Spitze und einige Kanten sind etwas abgestoßen, aber leicht rekonstruierbar. Das glatte, glänzende und auffallend einheitlich ausgebildete Rhomboeder wird hauptsächlich von der nur wenig schmäler entwickelten ditrigonalen Pyramide $13\bar{4}1$ begleitet, welche mit $(\bar{2}021)$ und dem Prisma $(11\bar{2}0)$ in Zone liegt. Die Pyramide $13\bar{4}1$ besitzt

[1] A. v. Loehr teilte mir mit, daß als Fundort „Madagaskar" angegeben werde, doch ist, wie bei vielen anderen Fundortsangaben der Juwelenhändler, damit leider keine Gewähr für die Richtigkeit gegeben. Hintze (Handbuch der Mineralogie) zitiert einen Fundort „Tamawate" in Madagaskar.

durchgehends matte, etwas unruhig, wie eine gegossene Masse aussehende Flächen. Nur in der Form schmalster Kantenabstumpfungen ist noch eine weitere ditrigonale Pyramide $(21\bar{3}1)$ ausgebildet. Sie liegt in je zwei Flächen an den scharfen Kanten der Form $(13\bar{4}1)$ und bildet mit letzterer parallele Kanten. Die sehr kleinen Kanten gegen das Rhomboeder laufen parallel der kurzen Diagonale dieser Fläche (// vertikale Symmetrieebene). Durch diese Angaben ist die bezeichnete Form festgelegt.

Die Prismenzone ist, wie bei Turmalinen in der Regel, sehr stark vertikal gestreift. Im wesentlichen entspricht der sechseckige Querschnitt der Spur des Prismas $(11\bar{2}0)$. Die theoretischen Vertikalkanten dieses Prismas sind gerundet und lassen eine $(10\bar{1}0)$- und $(\bar{1}010)$-Ausbildung mehr erraten als direkt mit dem Maßstabe messen. Hiebei ist das trigonale Prisma $(10\bar{1}0)$ etwas schärfer angedeutet als das analoge Prisma $(\bar{1}010)$. Die $(11\bar{2}0)$-Flächenkomplexe werden nur zum kleinsten Teile von dieser Form selbst gebildet. In der Hauptsache ist es ein dem $(11\bar{2}0)$ nahestehendes ditrigonales Prisma (oder mehrere solche), welches in oszillierender Kombination die dichte, sehr unruhige Vertikalstreifung der Prismenzone liefert[1]. Die Unmöglichkeit, die feine Oszillationsriefung für Trachtstudien zu verwenden, ließ von einer rein kristallographischen Verfolgung der einzelnen Flächenanteile in der Prismenzone Abstand nehmen, um so mehr, als die $11\bar{2}0$ mit hinreichender Genauigkeit als Trachtträger angesetzt werden kann.

Aus den zahlreichen Einzelbeschreibungen von Turmalinkristallen, wie solche insbesonders G. vom Rath von den Elbaner Vorkommen geliefert hat (vgl. auch hiezu Hintze p. 345), erhellt, daß das in bezug auf die pyroelektrische Erregbarkeit antilogene Ende der Vertikalachse zumeist durch das Rhomboeder $(\bar{2}021)$, das analoge Ende durch das Rhomboeder $(01\bar{1}2)$ ausgezeichnet ist, wobei letzteres Ende häufiger frei entwickelt sein soll. In unserem Falle ist das Ende mit $(\bar{2}021)$, also nach dem eben Gesagten der antiloge Pol frei ausgebildet. Eine Überprüfung des Basisstückes auf die Art seiner pyroelektrischen Erregbarkeit ergab in der Tat bei der Abkühlung die rauhe Basisfläche als negativ, die geschnittene Oberseite positiv geladen, d. h. die Unterseite entspricht dem analogen, die Spitze dem antilogen Pol des Kristalles.

Es ist von vornherein selbstverständlich, daß die einzelnen verschiedenfarbigen Schichten auch in ihrer elektrischen Polarität streng parallel gerichtet sein müssen und demnach alle das antiloge Ende nach außen kehren. Tatsächlich ist auch im ganzen Verlaufe der Untersuchung der einzelnen Platten an keiner einzigen

[1] In der Literatur (vgl. hiezu die ausführliche Zusammenstellung in Hintze's „Handbuch . . .“) wird ein Prisma $8.5.\overline{13}.0$ angeführt. Dieses oder ein demselben nahestehendes Prisma ist jedenfalls am Aufbau beteiligt.

Stelle eine Andeutung des Grundrhomboeders (1011) und der Fläche (01$\bar{1}$2) zu beobachten gewesen; im Gegenteil beschränkten sich die inneren Schichten zumeist auf die Kombination der Prismenzone mit ($\bar{2}$021).

Wie sich bei der ganzen Art des Problemes von selbst versteht, konnte nur jene Methode der Trachtmessung angewendet werden, wie sie zuerst in der Studie über die „Kristalltrachten des Zinnsteines“ und dann auch von F. Becke bei dem Studium der Plagioklaszwillingstrachten [1] benützt wurde, d. h. es mußten aus Kantenlängen, Flächenbreiten und ähnlichen Messungsdaten unter Verwendung vielfacher Hilfskonstruktionen die Zentraldistanzen (Zd) ausgewertet und auf den Idealkristall umgerechnet werden [2]. Die nach dieser Methode ermittelten „relativen Zd“ des gesamten Kristalles sind folgende:

Zd	1010	$\bar{1}$010	1120	2021	31$\bar{4}$1 [3]	21$\bar{3}$1	0001
Gemessen .	2,36	2,38	2,10	6,32	5,05	6,31	(8,92)
Relativ . .	0,606	0,612	0,540	1,625	1,298	1,622	(2,293)

Eingeklammerte Zahlen bedeuten virtuelle Zd.

Wachstumsverhältnisse der einzelnen Schichten.

Die Untersuchung gewann erst an Interesse, als der Versuch unternommen wurde, das Wachstum der einzelnen Schichten messend zu verfolgen. Um zunächst ein Bild von dem Aussehen der einzelnen Platten zu geben, sei auf die Figurenreihe der Abb. 2 verwiesen, welche jeweils die Oberseite einzelner Turmalinplatten darstellt. Raummangelshalber konnte nur jede zweite Platte abgebildet werden. Dabei sind die Platten von unten angefangen fortlaufend numeriert (1—8). Da die Rhomboeder und ditrigonalen Pyramiden schräg zur Plattenfläche liegen, sind die Unterseiten in ihren Abmessungen der verschiedenfarbigen Schichten natürlich etwas anders. Gerade durch diese leicht feststellbare Tatsache lassen sich die Pyramiden leicht von den Flächenanteilen der Prismenzone, die auf Ober- und Unterseite gleiche Abmessungen besitzen, unterscheiden. Um die Lage und noch mehr die Mächtig-

[1] Tscherm. Min.-petr. Mitt. **29**. p. 445. 1910.

[2] Vgl. hiezu die ausführlichere Zusammenstellung über hiehergehörige Probleme in des Verfassers „Neuere Studien über Kristalltrachten“. Fortschritte der Miner., Krist. u. Petr. **2**. p. 41. 1912.

[3] Für die stumpfe Kante der ditrigonalen Pyramide ist die gemessene Zd = 5,18, die zugehörige relative Zd = 1,332.

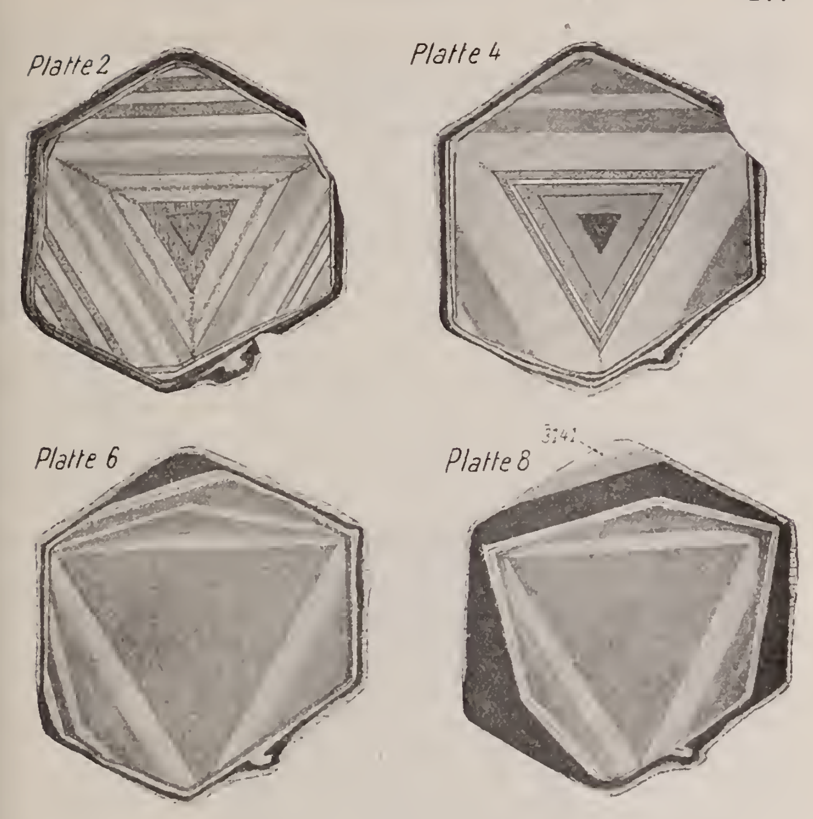


Fig. 2. Oberansicht der Platten 2. 4, 6. 8 in natürlicher Größe. (Punktiert = Rosa, strichpunktiert = Lichtbraun, vertikal schraffiert = Grau, letzteres schimmert durch die Rosa-Oberschichte durch. Das übrige sind verschiedene Abstufungen von Grün. Vgl. hiezu auch den Längsschnitt Fig. 3.)

keit[1] der Einzelschichten genau einzutragen, wurde ihr jeweiliger Schnitt mit der Oberseite bezw. Unterseite sorgfältig unter der Lupe mit $\frac{1}{10}$ mm-Maßstab gemessen und in einem Vertikalschnitt in Profilform eingetragen (Fig. 3). So ergänzten sich die übereinandergeschichteten Platten in ihren Profilen bald zu einem voll-

[1] Ein gutes Mittel, die infolge der Schräglage der Flächen verschwommene Abgrenzung der Schichtpakete zu beseitigen, besteht darin, daß man die Platten derartig schräg gegen das Licht hält, daß die Schichte (z. B. des Rhomboeders) genau parallel zu den Lichtstrahlen liegt. Dadurch läßt sich die wahre Mächtigkeit der Schichte in voller Schärfe abmessen und gleichzeitig auch eine reinliche Scheidung der oft ungemein zarten, verschieden abgetönten Schichten vornehmen.

ständigen Längsdurchschnitt, der hinreichende Anhaltspunkte für die Abmessungen der einzelnen Schichten bot.

Wie schon an den Platten selbst erkennbar, konnten die grünen, die farblosen und die roten Schichten ziemlich scharf gesondert werden. Die saftgrünen und faulgrünen Schichten boten dagegen in der Abgrenzung so bedeutende Schwierigkeiten, daß man mehrfach gezwungen war (besonders wegen der ungemein geringen Prismenentwicklung), mehrere solcher zu einer gemeinsamen Schichte zu vereinigen [1].

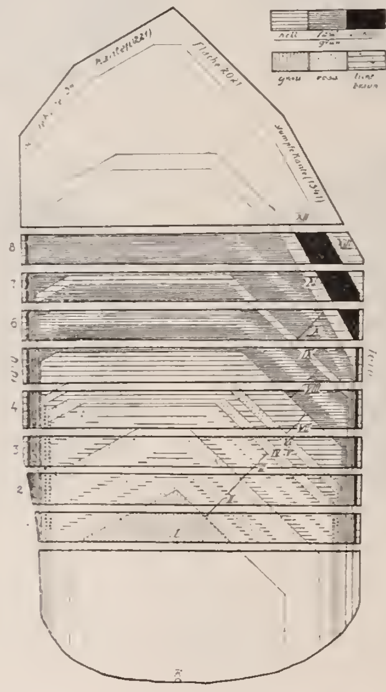


Fig. 3. Ein unkorrigierter Längsschnitt $10\bar{1}0—\bar{1}010$.

Eine ganz seltsame Erscheinung zeigten die Rosaschichten. Diese scheinen in den Platten 1—4 förmlich von den Rhomboederkanten auszustrahlen (Fig. 2). Diese Kanten sind im Gebiete der Rosaschichten selbst intensiver gefärbt und ragen auch noch in die andersfarbigen Schichten hinein. Die intensivere Färbung in den Kanten erinnert an die analog geformte Schmutzansammlung in den Kanten mancher wachsender Gipskristalle. Eine Konzentrierung

[1] Der Pleochroismus kommt dabei kaum in Frage, da alle Beobachtungen und Messungen so vorgenommen werden mußten, daß das Licht parallel oder mindestens angenähert parallel zur Hauptachse hindurchging.

des „Farbstoffes“ ist aber schon deshalb ausgeschlossen, weil die Farbe sicherlich nicht als Fremdkörper dem Kristalle zugehört, sondern ihm gemäß seiner chemischen Zusammensetzung eigen ist.

Versucht man sich ein Bild zu machen, wie der wachsende Kristall unmittelbar nach der Ablagerung der Rosaschichte ausgesehen haben könnte, so gewinnt man den Eindruck, als wäre der Kristallkopf sehr stark *skelett*artig gewachsen und hätte an Stelle der Rhomboeder tiefe Kassetten besessen, die durch die folgende, anders gefärbte und anders zusammengesetzte Schichte wieder ausgeheilt wurden. Eine wirklich allseits befriedigende Erklärung dieser lichtroten Kantenfortwachsungen ist bisnun noch nicht gelungen.

Im übrigen sei hinsichtlich der Farbverteilung auf die Figurenerklärungen von Fig. 2 und 3 verwiesen.

Mit der Rekonstruktion eines aus den Einzelabmessungen entsprechend schematisierten Profilschnittes waren die wesentlichsten Vorbedingungen für die folgenden Auswertungen gegeben.

Es ist eine logische Grundannahme, daß die Zentraldistanzen (Zd) proportional den Wachstumsgeschwindigkeiten sind, letztere sind aber bei geschichteten Kristallen proportional der Schichtdicke. Fragt man, wie der Kristall aussähe, wenn die betreffende Schichte allein von einem Keimpunkt gewachsen wäre, so hätte man sich einfach vorzustellen, daß vom Keimpunkt aus die gemessenen Schichtdicken in den entsprechenden Richtungen als Zd aufgetragen sind. Für das Wachstum ist nicht die Masse der an einer Fläche angelagerten Schichte maßgebend, sondern das *Verhältnis* der in derselben Zeit auf den einzelnen Oberflächenanteilen gewachsenen Schicht*dicken*. Anders ausgedrückt: Der Querschnitt des der Schichte entsprechenden Idealkristalles ist *nicht* flächengleich mit der gemessenen Querschnittsfläche der Schichte, sondern die, bestimmten Flächennormalen zukommenden, gemessenen Schichtbreiten geben allein die Maße für die Konstruktion des Idealschnittes.

Dabei ergibt sich allerdings sehr häufig der Fall, daß die gemessenen Schichtdicken (= Zd) untereinander nicht verträglich sind. Becke unterschied bekanntlich *reelle* und *virtuelle* Flächen, welch letztere genau die Kombinationskante der zonar benachbarten Flächen tangieren, also nicht mehr als Flächen (Kanten- oder Eckenabstumpfungen) zur Ausbildung kommen. Geht man z. B. vom Querschnitt mit gegebener $11\bar{2}0$-Zd aus, so müßte eine reelle $10\bar{1}0$-Zd kleiner, eine virtuelle $10\bar{1}0$-Zd genau *gleich* sein der halben Diagonale des von der $(11\bar{2}0)$ gebildeten Sechseckes. In unserem Falle ist aber die Zd $10\bar{1}0$ öfters *größer* als dieser höchstzulässige Wert. Es liegen keine Messungsfehler vor, ebensowenig darf aber diese Tatsache vernachlässigt werden. Die Wachstumsmechanik von Schichtkristallen gibt leicht Aufklärung. Man darf eben nie vergessen, daß eine neue Schichte

nicht von einem idealen Keimpunkt aus wächst, sondern von einer schon gegebenen, ihr eigentlich fremden Kernform. Dieser Kern trägt z. B. Flächen, die für die wachsende Schichte virtuell sein sollen, d. h. gar nicht zu erwarten wären. Da muß nun zuerst durch übertriebenes Wachstum diese schichtfremde Fläche zum Verschwinden gebracht, also der für die betreffende Schichte normale Zustand einer virtuellen Fläche in dieser bestimmten Richtung hergestellt werden, ehe das Wachstum so fortschreiten kann, als wäre der Kristall einheitlich vom Keimpunkt aus gewachsen. Es ist genau der gleiche Vorgang wie beim Ausheilen einer abgebrochenen Ecke oder Kante eines Kristalles. Eine einfache Überlegung zeigt sofort, daß z. B. die Kante eines Würfels nie völlig auszuheilen vermöchte, wenn man annähme, daß in der Diagonale die wachsende Schichtdicke bloß $\sqrt{2}$mal so groß wäre, wie die Dickenzunahme der Würfelfläche, ein Verhältnis, welches tatsächlich bei dem unbeschädigten Würfel besteht (vgl. hiezu Fig. 5 u. 6). Es würde zwar die relative Größe der Verwundung abnehmen, zu Null würde sie aber erst dann, wenn die anderen Flächen unendlich groß würden, was natürlich unmöglich ist. Nun sieht man aber tatsächlich an Kristallen Ausheilungen in kürzester Frist, richtiger gesagt, in kürzestem Abstande von der Wunde erfolgen, ohne eine Spur der Verletzung zu hinterlassen. Demnach muß auch hier ein Wachstum angenommen werden, welches größer ist, als dies durch die einfache virtuelle Zd dieser Richtung gekennzeichnet wird. Wir wollen diese übermäßig vorauseilenden, dem Ausheilen förderlichen Zd als „supervirtuelle Zd“ den einfach virtuellen gegenüberstellen.

Für die Bestimmung der Tracht scheinen sie bei der Anfertigung der üblichen Risse keine Bedeutung zu haben Sie können einfach auf die gewöhnlichen virtuellen Zd umgerechnet werden, da sich in den supervirtuellen Zd ja nur die Beziehung zu der schichtfremden Kernform ausdrückt, nicht aber der dieser Schicht zukommende Eigencharakter rein zum Vorschein kommt.

Da, wie oben auseinandergesetzt, das zur Berechnung der relativen Zd nötige „Volumen“ nicht jenes der Schichte, sondern jenes des mit den Schichtdicken (= Zd) konstruierten Schemakristalles ist, fallen die supervirtuellen Zd aus der Berechnung aus. Sie zeigen nur an, daß in dieser Richtung der Kristall sich so verhält, als wäre er verwundet und müßte ausheilen. Das Ausheilen kann nun höchstens dazu führen, daß die betreffende Zd endlich den echten virtuellen Grenzwert erreicht. In den einzelnen aufeinanderfolgenden Stadien des Ausheilens wäre das Verhältnis derartig, daß die zunächst miteinander nicht verträglichen reellen und supervirtuellen Zd sich allmählich in ihrem Verhältnis verschieben und sich das Wachstumsgleichgewicht so bis zur Ausbildung echt virtueller Zd hinaufentwickelt.

Die folgende Tabelle (p. 282) gibt die nach den angegebenen Gesichtspunkten erschlossenen reellen, virtuellen ( ), bezw. supervirtuellen [ ] Zd der einzelnen unterscheidbaren Schichten.

Im einzelnen sei hiezu noch folgendes bemerkt (vgl. Fig. 3).

Schichte I = Kern. Von dem grauen Kern ist nur der Kopf mit $\bar{2}021$ bezw. virtueller 0001 verläßlich zu ermitteln gewesen. Die Prismenzone ist hypothetisch. Im Basisstück sieht man bei scharfer Durchleuchtung die $\bar{2}021$-Fläche und Parallele hiezu in Form scharfer Spurlinien noch ziemlich tief abwärts, schräg gegen außen verlaufen. Auf der $10\bar{1}0$-Seite dagegen (entsprechend der $\bar{2}021$-Kante) sind solche Spuren nicht zu sehen. Auf Grund dieser Wahrnehmungen sind in der Zeichnung (Fig. 3) die Umgrenzungslinien des Basisstückes eingetragen.

Eine irgendwie erkennbare Andeutung trigonaler Prismenentwicklung ($10\bar{1}0$ oder $\bar{1}010$) im Kerne wurde nicht beobachtet, weshalb die trachtbeherrschende $11\bar{2}0$-Fläche auch hier als die alleinige Formträgerin angesehen wurde.

Schichte II. Diese ist eigentlich aus mehreren, nicht scharf abgrenzbaren, sehr hellfarbigen Einzelschichten zusammengesetzt und gegen innen und gegen außen je durch eine deutlich rosafarbige Lage begrenzt. Im Innern wechseln sehr blaß rosa und grün gefärbte, zarte Schichten miteinander ab. Hier waren auch die trigonalen Prismen $10\bar{1}0$ und $\bar{1}010$, ersteres in stärkerer Flächenbreite, also geringerer Schichtdicke entwickelt; gleichzeitig war eine starke Wachstumsverminderung in der Hauptachse zu beobachten.

Die Schichte II mit ihren durchwegs reellen Flächen ist auch jene, welche sich in ihrer Tracht am meisten dem Gleichgewichtszustande nähert, d. h. bei der die einzelnen Zd nahezu gleich sind und fast den Wert = 1 aufweisen.

Schichte III. Die folgende, nahezu farblose, schwach grünliche Schichte zeigt eine Verschiebung in der Prismenzone insofern, als die $10\bar{1}0$ im Wachstum voreilt, die $\bar{1}010$ dagegen zurückbleibt, so daß mit $11\bar{2}0$ und $10\bar{1}0$ ein neunseitiges Prisma entstünde, wäre diese Schichte allein gewachsen[1]. Das Wachstum in der Hauptachse ist wieder gestiegen.

Schichte IV. Diese deutlich rosafarbige Schichte ist wieder durch ein starkes Zurücktreten des Längenwachstums auffallend.

Schichte V. In dieser grünen Schichte ist im Gegensatz zu IV das Längenwachstum mächtig gefördert.

[1] Schon von Schichte II an, sicher aber von Schichte III an, lassen sich die Verhältnisse in der Prismenzone ganz gut messen, so daß hier keine hypothetischen Werte der Zd eingesetzt erscheinen. Die scharfen, in den einzelnen, geschliffenen Platten sichtbaren Querschnitte durch die einzelnen Prismenanteile der 12 Anwachsschichten lassen die Schwankungen in der Gewichtigkeit der die Tracht bestimmenden Prismenflächen gut verfolgen.

Gemessene Zd in mm						Schichte	Relative Zd					
$10\bar{1}0$	$\bar{1}010$	$11\bar{2}0$	$20\bar{2}1$	$31\bar{4}1$	0001		$10\bar{1}0$	$\bar{1}010$	$11\bar{2}0$	$20\bar{2}1$	$31\bar{4}1$	0001
(14,0)	(14,0)	12,3	18,02	—	25,7	I grau	(0,845)	(0,845)	0,732	1,071	—	(1,529)
5,4	6,4	6,3	7,3	—	7,5	II rosa u. grün sehr hell	0,776	0,920	0,905	1,053	—	1,077
(0,8)	0,6	0,7	(3,3) [5,2]	—	4,0	III farblos schwach grünl.	(0,457)	0,343	0,400	(1,89) [2,98]	—	2,29
(0,345) [0,8]	(0,345) [0,8]	0,3	(0,6) [1,22]	—	0,5	IV rosa	(0,827) [1,915]	(0,827) [1,915]	0,717	(1,435) [2,92]		1,196
(0,115) [0,2]	(0,115) [0,2]	0,1	(0,84) [1,03]	—	1,1	V grün	(0,440) [0,763]	(0,440) [0,763]	0,382	(3,21) [3,93]	—	4,20
(0,24) [0,4]	(0,24) [0,3]	0,2	(0,53) [0,86]	—	0,5	VI rosa	(0,702) [1,216]	(0,702) [0,913]	0,608	(1,611) [2,605]	—	1,520
(0,24) [0,5]	0,2	0,2	(3,0) [3,2]	—	4,0	VII licht bräunlichgrün	(0,372) [0,775]	0,310	0,310	(4,65) [4,96]	—	6,200
(0,37) [0,40]	(0,37) [0,40]	0,33	6,0	—	(8,2) [9,0]	VIII faulgrün	(0,332) [0,348]	(0,332) [0,348]	0,287	5,216	—	(7,128) [7,825]
(0,123) [0,15]	(0,123) [0,15]	0,1	(0,8)	—	(1,0)	IX grün	(0,434) [0,564]	(0,434) [0,564]	0,376	(3,006)	—	3,760
(0,25)	(0,25)	0,20	(4,54) [8,7]	3,123	(6,4) [13,4]	X faulgrün	(0,330)	(0,330)	0,286	(6,567) [12,429]	4,465	(9,143) [19,143]
(0,25)	(0,25)	0,22	(1,60) [1,8]	(1,20) [1,854]	2,0	XI grün	(0,425)	(0,425)	0,411	(2,985) [3,359]	(2,240) [3,460]	3,730
0,45	(0,50)	0,45	7,5	(5,36)	(11,0) [14,3]	XII schwarzgrün	0,301	(0,348)	0,301	5,016	(3,590)	(7,375) [9,580]
0,5	(0,64) [0,7]	0,533	3,2	(2,39) [2,44]	(4,65) [5,2]	XIII lichtbraun	0,372	(0,476) [0,5203]	0,3965	2,380	(1,780) [1,815]	(3,460) [3,865]

Schichte VI verhält sich fast genau wie Schichte IV.

Die dreiseitigen Pyramidenstümpfe, gebildet aus rosa, grün und wieder rosa gefärbten, übereinandergestülpten Kappen, verleihen der 4. Platte (vgl. die Fig. 3) einen ganz besonderen Farben- und Formenreiz, der sich leider in einer einfachen Oberflächendarstellung nicht im entferntesten wiedergeben läßt (vgl. Fig. 2).

Schichte VII. Diese lichtgrüne Schichte hat einen Stich ins Braune und weicht dadurch von der Schichte V ab. Neben dem Längenwachstum ist neuerlich die Ausbildung des trigonalen Prismas $\bar{1}010$ bemerkenswert.

Schichte VIII. Von hier ab wird insbesondere die Bewertung des Wachstums in der Richtung der c-Achse ungemein schwierig, was teils mit der größtenteils dunkelfaulgrünen Eigenfärbung, teils mit dem raschen, aber nicht scharfen Wechsel dunkler und heller Schichten im Zusammenhang steht. So mußten trotz deutlich erkennbarer Mittelschicht in Schichte VIII zwei dunkle und eine helle Lage vereint behandelt werden.

Verläßlich sind außer der Prismenzone die $\bar{2}021$-Messungen; der Zd_{0001} haftet schon eine gewisse Unsicherheit an, immerhin dürfte aber, wie aus der Platte 7 erhellt (Fig. 3), die Bewertung nicht allzu große Fehler enthalten. Das rasche Wachstum in der c-Richtung ist zweifellos. Der gemessene oder messend geschätzte supervirtuelle Wert unterscheidet sich nur wenig von dem echten, aus $\bar{2}021$ resultierenden virtuellen Wert der Zd_{0001}.

Schichte IX. Die scharf ausgeprägte lichtgrüne Schichte ermöglichte recht gute Messungsresultate, die sich mit jenen von Schichte V decken.

Schichte X. Hier ist ein ähnlicher Fall wie bei Schichte VIII. Auch bei diesem dunkelfaulgrünen Schichtpaket war eine hellere Mittelschichte erkennbar, aber zur Messung nicht verwendbar. Gleichwohl wurde sie zur sichereren Einschätzung der hypothetischen Zd_{0001} benützt. Ganz besonders interessant ist das erstmalige Auftreten der ditrigonalen Pyramide $(3\bar{1}41)$[1]. Sie vor allem deutet darauf hin, daß seit der kräftigeren Entwicklung der grünen Schichten das Längenwachstum stark gesteigert wurde, treten doch nach F. Becke derartige „Notflächen" mit Vorliebe als Vermittler zwischen einer langsam wachsenden (Prismen-) Zone und einer rasch voraneilenden Flächengruppe (Spitze) auf.

Schichte XI. Innerhalb der Platten 5—8 bildet diese hellgrüne Schichte neben der Prismenzone nur noch die ditrigonale

[1] Im Profil ist natürlich nur die stumpfe Kante der $3\bar{1}41$-Pyramide zu sehen. Da die Flächennormale selbst von der Schnittebene des Profiles nicht weit abliegt, gibt diese Kantenprojektion trotzdem ein recht anschauliches Bild von der Lage der für unsere Kombination so bezeichnenden Fläche $3\bar{1}41$.

Pyramide aus. Weder 2021 noch 0001 sind erkennbar, da diese sich in dem ganz undurchsichtigen Kopfe bergen. Die Eintragung der Schichtbegrenzung wurde hypothetisch unter der Voraussetzung vorgenommen, daß von Schichte X an bis zur äußeren Umgrenzung die ditrigonale Pyramide ziemlich konstanten Anteil an der Tracht nimmt, also kaum noch tiefer in den Kristallkopf hineinführen kann, und daß im übrigen sich diese grüne Schichte ähnlich verhalten werde, wie die schon unter günstigeren Bedingungen gemessenen Schichten V und IX.

Schichte XII. Auch bei der schwarzgrünen Schichte, der dunkelsten des ganzen Kristalles, ist die Bewertung von 2021 und 0001 unsicher, wogegen die anderen Werte, insbesondere die reelle 10$\bar{1}$0 sicherstehen. Da der Kopf kaum an den Kanten durchscheinend war, wurde der dunkle Anteil des Kopfes als ziemlich dicht unter die Oberfläche reichend angenommen.

Schichte XIII. Die letzte Schichte ist auffallend licht, ausgesprochen braun. Hier ist zum ersten Male die äußerlich erkennbare 2131 entwickelt. Von ihrer Auswertung hinsichtlich der Schichte XIII allein wurde abgesehen. Auch hier ist das trigonale Prisma 10$\bar{1}$0 auffällig.

Bei allen Schichten, deren 0001-Entwicklung innerhalb des undurchsichtigen Kopfes liegt, wurde die Annahme gemacht, daß die Größe der hypothetischen 0001-Fläche der einzelnen Schichten sich gesetzmäßig von der letzterkennbaren Flächenbreite der 0001 (in Platte 7) zur Spitze verjüngt.

Die gleiche Färbung einzelner Schichten ist von gleichartigen Verhältnissen der Zd begleitet, woraus sich schließen läßt, daß in diesem Einzelfalle den einzelnen Farben auch ganz bestimmte Wachstumstypen entsprechen.

Sehr nahe übereinstimmend sind die Rosaschichten IV und VI, ebenso die grasgrünen Schichten V, IX und XI und endlich die dunkel faulgrünen Schichten VIII und X. Dadurch verringert sich die Typenzahl auf 9.

Die Vereinigung der nahezu gleichen und gleichfarbigen Schichten zu Trachtmittelwerten liefert folgende Zahlen für die relativen Zd[1]:

Farbe	10$\bar{1}$0	$\bar{1}$010	11$\bar{2}$0	$\bar{2}$021	31$\bar{4}$1	0001
rosa	(0,766)	(0,766)	0.663	(1.45)	—	1.358
grasgrün . .	(0.450)	(0.450)	0.390	(3.05)	(2.24	3.900
faulgrün . .	(0.330)	(0.330)	0,236	(5.56)	3,80	(7.75)

[1] Zur Ermittlung dieser Daten wurden jeweils die Mittelwerte der reellen Zd von 11$\bar{2}$0 und 0001 (bezw. $\bar{2}$021) genommen und die übrigen virtuellen Zd auf dieser Grundlage ausgewertet.

Mit diesen Angaben ist die Fig. 4 gezeichnet, bei welcher durch Eintragung der Zd in den entsprechenden Richtungen innerhalb der Zonen [0001—$\bar{1}$010] und [$\bar{1}$010—10$\bar{1}$0] die gegenseitigen Beziehungen zum Ausdruck gebracht werden. Dabei ist die eben geschilderte Zusammenfassung einzelner Trachten zu Mittelwerten der Konstruktion zugrunde gelegt.

Die folgende Tabelle läßt im Vergleich mit Fig. 4 (p. 286) gewisse charakteristische Trachteigentümlichkeiten der verschieden gefärbten Schichten erkennen, welche, nach Trachttypen zusammengestellt, etwa folgendes Bild geben.

Farbe und Schichtnummer	Prismenzone	Ausbildung des Kopfes	Längenwachstum (kleinste Zd_{0001} dient als Einheit)
sehr blaß, rosa und grün wechselnd II	neben 11$\bar{2}$0 beide trigonale Prismen (10$\bar{1}$0 und $\bar{1}$010)	endigt mit 0001 und Rhomboeder ($\bar{2}$021)	1
rosa IV, VI	11$\bar{2}$0 allein	0001 allein	fast = 1
grasgrün V, IX, XI	11$\bar{2}$0 allein	0001 allein ($\bar{2}$021 und 31$\bar{4}$1 virtuell)	4
farblos III	neben 11$\bar{2}$0 nur das negative Prisma $\bar{1}$010	0001 allein	2
licht bräunlichgrün VII	neben 11$\bar{2}$0 nur das negative Prisma $\bar{1}$010	0001 allein	6
grau I	11$\bar{2}$0 allein	spitz mit $\bar{2}$021 endigend	$1\frac{1}{2}$
lichtbraun XIII	neben 11$\bar{2}$0 noch das positive Prisma 10$\bar{1}$0	spitz mit $\bar{2}$021 endigend	$3\frac{1}{2}$
schwarzgrün XII	neben 11$\bar{2}$0 noch das positive Prisma 10$\bar{1}$0	spitz mit $\bar{2}$021 endigend	7
faulgrün VIII, X	11$\bar{2}$0 allein	spitz mit 31$\bar{4}$1 endigend	$7\frac{1}{2}$

Die Zusammenstellung läßt erkennen, daß eine einfache, lineare Beziehung zwischen der Farbintensität oder einer bestimmten Farbenfolge und der Trachtänderung nicht besteht. Die Anordnung nach dem Verhalten des Längenwachstums, oder der Prismen-

zone oder nach der Form der Kopfausbildung führen jeweils zu verschiedenen Reihen, was insofern vorauszusetzen war, als die verschiedenen durch die Färbung markierten Turmaline ein derartig kompliziertes chemisches System darstellen, daß eine lineare Verschiebung der Konstanten kaum erwartet werden durfte.

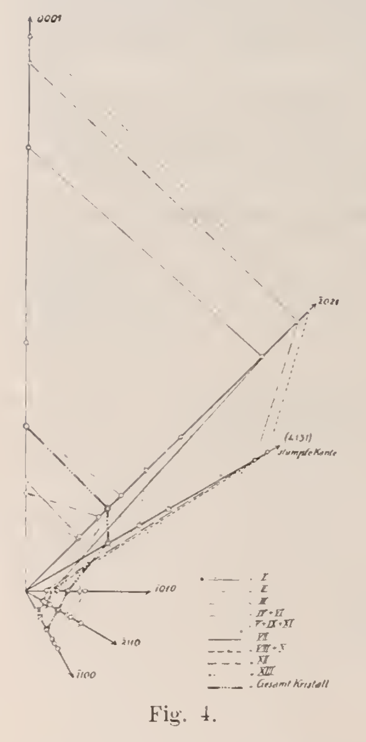


Fig. 4.

Leider ist die Paragenesis des Turmalinkristalls absolut unbekannt und macht es dadurch unmöglich, die hier ermittelten Trachtverschiedenheiten der Turmalinschichten an anderen Vorkommen nachzuprüfen und zu ergänzen.

Im allgemeinen wird man für hellfarbige, rosa, lichtgrüne oder farblose Turmaline eine kurze, mit 0001 abschließende Säule erwarten dürfen. Die dunklen, mehr bräunlich getönten Kristalle pflegen langsäulig und spitz zu sein. Dem kann man freilich die Rubellitsonnen entgegenhalten, die auffallend gestreckte Formen aufweisen, wie andererseits ganz braune und schwarze Turmaline mit kurzer c-Ausdehnung bekannt sind. Die Tatsache, daß sich, wie vorliegendes Beispiel zeigt, vielfach in den „schwarzen" Turmalinen Schichtkristalle kompliziertesten Aufbaues und verschiedenartigster Färbung verbergen, läßt eine Überprüfung der Sammlungskristalle um so problematischer erscheinen, da die äußere Färbung sich bei dunklen Kristallen als nicht maßgebend erwiesen hat.

Ganz aussichtslos muß es aber bleiben, Schlußfolgerungen über die Trachten ableiten zu wollen, ohne durch die Paragenesis auch nur die geringste Andeutung über die während des Wachstums herrschenden Bedingungen (vor allem Lösungsgenossen) zu besitzen. Turmalintrachtstudien, welche den Zweck verfolgen, den Zusammenhang zwischen Färbung, bezw. chemischer Zusammensetzung und Tracht einwandfrei festzustellen, müßten an ganz anderen, einfarbigen und paragenetisch gut bekannten Kristallen vorgenommen werden.

Schichtenbau und Ausheilungsmechanismus.

Schon an früherer Stelle wurde darauf hingewiesen, daß die Fortwachsung eines bestehenden Kristalles mit einer isomorphen Schichte zu Verhältnissen führt, welche dem Ausheilen eines be-

schädigten Kristalles gleichwertig sind. Gleichzeitig wurde aber aufmerksam gemacht, daß ein Ausheilen nicht möglich wäre, wenn man bloß die Wachstumsgeschwindigkeiten des unbeschädigten Kristalles zugrunde legt.

Die maßgebenden Verhältnisse könnten etwa folgendermaßen umschrieben werden.

Nach unseren, hauptsächlich auf Curie[1] zurückgehenden Vorstellungen von den Wachstumsvorgängen befindet sich der Kristall mit der Mutterlauge jeweils im Gleichgewicht, solange die Bildungsbedingungen (Temperatur, Druck, Konzentration, Lösungsgenossen usw.) nicht die geringste Veränderung erfahren haben. Für die bestehenden Bedingungen ist dieses Gleichgewicht von der Oberflächenformation und mithin von dem Minimum der Oberflächenspannung abhängig, d. h. am wachsenden Kristall bleibt ceteris paribus die Form ungeändert, da nur diese eine Tracht das Gleichgewicht unter den obwaltenden Bildungsbedingungen darstellt. Die Masse des Kristalles grenzt sich mit einer Oberfläche gegen die Lösung ab, welche nach W. Gibbs[2] einerseits von der Flächengröße, andererseits als unstetige Funktion von der kristallographischen Lage der einzelnen Flächen abhängt.

Unter Außerachtlassung aller molekular- oder atomtheoretischen Raumgitterannahmen, welche jetzt um so unsicherer sind, seitdem wir wissen, daß der ursprüngliche Begriff des Kristallmoleküles als Gitterbaustein nicht mehr aufrecht erhalten werden kann[3], läßt sich aus den obigen ganz allgemeinen Grundvorstellungen mit zwingender Notwendigkeit der Schluß ableiten, daß jede gewaltsame Formänderung des wachsenden Kristalles sofort die vollständige Zerstörung des Gleichgewichtes zur Folge haben muß, daß demnach die am Normalkristall geltenden Wachstumsverhältnisse nicht direkt auf die Ausheilung übertragbar sind.

Wie schon Wulff[4] hervorhob, lassen sich an einer wachsenden Kristallfläche, ohne weitere Annahmen zu machen, zweierlei Wachstumsformen unterscheiden: 1. in der Flächennormalen = „Wachstum" im engeren Sinne, 2. tangential zur Fläche = „Ausbreitung". Erstere Form besorgt im wesentlichen die Volumsvergrößerung (Fig. 5, a_1 und a_2), letztere die Vergrößerung der Oberfläche (b_1 und b_2), durch die erst die Kanten zur Ausbildung gelangen. Während die Anlagerung entsprechend a_1 und a_2 mechanisch leicht verständlich ist, wird die Kantenausbildung der Fläche F_1 durch die „Ausbreitung" KLM, jene

[1] Bull. soc. min. 1885. **8**. 145.

[2] W. Ostwald. Allg. Chemie. **2**. (2.) 141—147.

[3] Vgl. hiezu die zahlreichen neueren Arbeiten über Kristallröntgenographie von Laue, Bragg usw.

[4] G. Wulff, Zeitschr. f. Krist. **34**. p. 449. 1901.

der Fläche F_2 durch KLN dargestellt. Es ist sofort ersichtlich, daß die Grenze KL in direkter Rückverlängerung zum Keimpunkt O führen muß, bezw. daß jede Fläche sich entsprechend der Anwachspyramide[1] vorschiebt.

Nun denke man sich eine Verletzung des Kristalles. Der Einfachheit halber sei angenommen, die Verwundung gehe parallel der Kante eines prismatischen Körpers, so daß mit Verzicht auf die 3. Dimension das Querschnittsbild eine ausreichende Vorstellung des Verhaltens zu geben vermag (Fig. 6). Diesmal sind die Flächen F_1 und F_2 durch die Wundstelle $K_1 K_2$ begrenzt. Ein Fortwachsen nach dem Normaltypus ergäbe für F_1 die „Ausbreitung" $K_1 M L_1$ und für F_2 die „Ausbreitung" $K_2 N L_2$, d. h. die Wundstelle würde

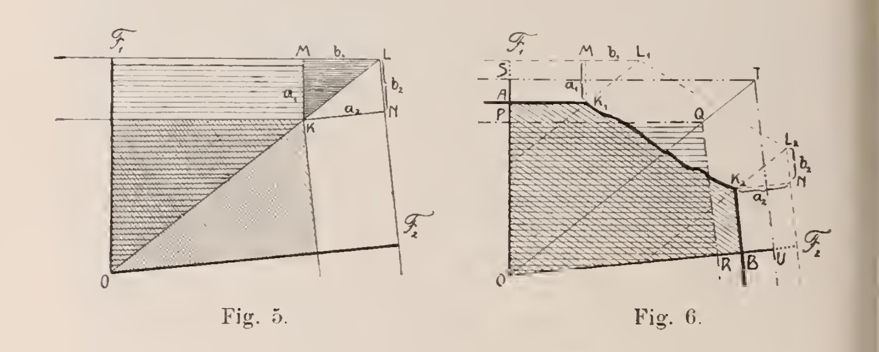


Fig. 5. Fig. 6.

sich mit einer Fläche bedecken, welche von unveränderlicher Breite bliebe, also nie zur Ausheilung zu führen vermöchte.

Diese kann nur dann erfolgen, wenn die in diesem Falle der Gleichgewichtsstörung die „Ausbreitung" bedeutend intensiver verläuft.

Das kann etwa folgendermaßen verstanden werden. Die durch die Verwundung verringerte Masse würde für sich allein unter den gegebenen Bildungsbedingungen einer Ausbildungsform OPQR entsprechen, wobei OPQR flächengleich, bezw. volumsgleich mit dem verletzten Kristall ($O A K_1 K_2 B$) ist. Wäre also der Kristall mit der Lösung im Gleichgewicht, so könnte er nur an der theoretischen Oberfläche PQR fortwachsen. Damit ist aber der „Ausbreitungs"bereich von K_1 (K_2) bedeutend erweitert, das „Wachstum" dagegen verzögert (von A nach S). Es wäre der Fall gar nicht undenkbar, daß die Störung des Gleichgewichtes die Abtragung einer Schichte und gleichzeitige Auffüllung der Wundstelle

[1] F. Becke, Lotos v. 26. XI. 1892.

bis zur Herstellung der Normalform veranlassen könnte[1]. Der hiezu nötige Energieaufwand wäre eben dadurch gegeben, daß ja infolge der Verwundung und der dadurch hinzutretenden neuen Diffusionskonstante ein Überschuß über das mögliche, den Bedingungen entsprechende Minimum der Oberflächenspannung vorliegt. Wie ein Wärmegefälle zu einem allgemeinen Wärmeausgleich führt, so müßte auch hier die überschüssige Spannungsenergie einen Ausgleich im Sinne der theoretischen Form PQR herbeiführen.

Der Vorgang wäre demnach so, daß in Übereinstimmung mit der durch die Massenverringerung zurücktretenden kleineren, theoretischen Oberfläche das „Wachstum" von F_1 und F_2 etwas langsamer erfolgt (nach ST), dagegen jenes von K_1K_2 (= „Ausbreitung" von F_1 und F_2) beschleunigt erscheint. Vielleicht steht hiemit auch die so häufig beobachtete lockere Fügung und inhomogene Art der Ausheilung im Zusammenhang.

Ganz analoge Verhältnisse bestehen auch bei dem Übereinanderwachsen isomorpher Schichten. Die Kernschichte ist mit der neu wachsenden Schichte ebensowenig im Gleichgewicht wie der verletzte Kristall mit seiner Lösung. Die Hüllschichte wächst genau so, als wäre sie an einen verwundeten Kristall eigener Zusammensetzung angeschlossen und gehorcht demnach den gleichen Gesetzen.

Ersichtlich hat die stärkere „Ausbreitung" der die Kantenausheilung besorgenden Flächen (F_1 und F_2) zur Folge, daß der Schichtenansatz an der Störungsstelle rascher und ausgiebiger erfolgt, als dies sonst (KL) zu erwarten wäre. Darin aber wurzelt der Begriff der supervirtuellen Zd, wie er in der vorstehenden Notiz verwendet wurde.

Ob sich dieser Begriff auch wird beim Studium von Skelettbildungen verwenden lassen, kann erst eine dahinzielende Untersuchung lehren.

Wien, im April 1917.

[1] Es sei hier an die interessanten Versuche von Przibram (Formregulation verletzter Kristalle — Zeitschr. f. Krist. **39**. p. 577. 1904) erinnert, in denen diese theoretische Möglichkeit verwirklicht erscheint. Wenn es auch zweckmäßig wäre, noch umfänglichere diesbezügliche Beobachtungsreihen anzustellen, um das Rätselhafte des Vorganges völlig zu klären, sei doch hier auf diese theoretisch mögliche Erscheinung neuerlich verwiesen.

Synthetische Versuche zur Pyroxengruppe.

Von **Vera Schumoff-Deleano** (Wien).

Mit 3 Textfiguren.

In dem II. Band des Handbuches der Mineralchemie hat C. DOELTER auf p. 533 eine dankenswerte Zusammenstellung von Pyroxenanalysen gegeben[1]. Es ergibt sich, daß unter 300 Analysen kaum 20 existieren, die einen Tonerdegehalt von mehr als 10 % besitzen. Am reichsten an Tonerde sind die alkalireichen Pyroxene (bis 10 % Alkali), da in ihnen das Silikat $NaAlSi_2O_6$ enthalten ist. Ähnliches gilt für das Eisensesquioxyd. Abgesehen von den ägirinhaltigen Pyroxenen, die auch Alkali ($NaFeSi_2O_6$) enthalten, ist der Gehalt an Fe_2O_3 zumeist ein geringer. In den alkalihaltigen Augiten wird der Gehalt von 17 % erreicht, während die alkalifreien Pyroxene nur 8—12 % Fe_2O_3 aufnehmen können.

Eine andere Frage ist die, ob großer Tonerdegehalt neben großem Eisengehalt möglich ist. C. DOELTER berechnete die Analysen und fand, daß nur in den seltensten Fällen ein hoher Gehalt beider Sesquioxyde vorkommt. In einem Augit der Vulkane von Cap Verden fand C. DOELTER z. B. neben 16,97 % Tonerde 15,37 % Eisenoxyd. Im allgemeinen zeigen Pyroxene mit sehr hohem Tonerdegehalt einen niedrigeren Gehalt an Eisenoxyd und umgekehrt.

Einige wenige Diopside existieren, die vollständig Fe-frei sind; ihr Tonerdegehalt reicht bis etwa 7 % (Augite von Bathurst und Amity, New York). Der von C. DOELTER analysierte Augit von Praya (Cap Verden) enthält mit 14,01 % Al_2O_3 nur 2 % Fe_2O_3[2]; umgekehrt enthält der von A. KNOP analysierte Augit aus dem Phonolith von Oberschaffhausen neben 13,23 % Fe_2O_3 nur 0,53 % Al_2O_3.

C. DOELTER hält es für möglich, die Tonerdeaugite als der Formel $n(CaMgSi_2O_6) \,.\, Al_2O_3$ entsprechend aufzufassen[3]. E. FIXEK stellte Mischungen von Diopsid mit Al_2O_3 und Fe_2O_3 her und erhielt homogene Schmelzen bis etwa 10 % Al_2O_3[4]. G. TSCHERMAK[5] hatte auf Grund der Analysen von RAMMELSBERG die Ansicht ausgesprochen, daß der tonerdehaltige Augit als Mischkristall von $Ca(Mg, \ddot{Fe}, Mn)Si_2O_6$ (Diopsid in weiterem Sinne) und des hypothetischen Silikates $(Mg, \ddot{Fe}, Mn)(Al, \dddot{Fe})_2SiO_6$ aufzufassen sei.

[1] C. DOELTER, Handbuch der Mineralchemie. **2**. 4. 533.
[2] C. DOELTER, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. **5**. 230. (1883.)
[3] C. DOELTER, Handbuch der Mineralchemie. **2**. 586.
[4] E. FIXEK, ebenda. 586.
[5] G. TSCHERMAK, Min. Mitt. 1871. 30. — Beilage des Jahrb. k. k. geol. R.A. **21**.

F. ZAMBONINI[1] hat Berechnungen ausgeführt, welche seiner Ansicht nach zeigen, daß der Ca-Gehalt nicht kleiner als der Mg- und Fe-Gehalt sein muß.

Auf Grund späterer Analysen mußte man aber allmählich eine große Zahl von isomorphen Silikaten heranziehen, um die chemische Natur dieser Pyroxene richtig deuten zu können[2]. Bei Tonerdezusatz in Form des Silikates $MgAl_2SiO_6$ muß der prozentische Gehalt der Pyroxene an Kalk kleiner werden gegenüber dem von Magnesia[3]; bei viel Tonerde kann sich ein Teil der Tonerde auch mit dem Kalk verbinden und Kalkaluminate bilden. Die TSCHERMAK'sche Ansicht verlangt also, daß in den Pyroxenanalysen der Gehalt an Mg größer sei als im theoretisch reinen Diopsid. C. F. RAMMELSBERG[4] meinte, daß die Tonerde mit den Metasilikaten von Ca, Mg, Fe eine isomorphe Reihe bilde. J. MOROZEWICZ[5] ist der Ansicht, daß der Gehalt des Silikates MeR_2SiO_6 in den Pyroxenen desto größer ist, je mehr Oxyde vom Typus R_2O_3 das Magma enthält, und daß die Tonerde in den Pyroxenen nur die Rolle eines unbeständigen und zufälligen Bestandteiles spiele. Das Magma ist an Tonerde übersättigt, wenn der Überschuß derselben als Spinell oder Korund zur Ausscheidung kommt. J. MOROZEWICZ wie früher schon C. DOELTER[6] stellte auch Schmelzen mit bis 73 % des Silikates MeR_2SiO_6 her und erhielt Kristalle mit einer sehr kleinen Auslöschungsschiefe auf (010) mit ca. 8°.

C. DOELTER und E. DITTLER[7] versuchten das hypothetische Silikat $MgAl_2SiO_6$ rein darzustellen; es gelang ihnen zwar, durch Sinterung rhombische Prismen mit aufgesetztem Doma zu erhalten, aber aus dem Schmelzflusse schied sich neben Glas nur Spinell aus. Bei 1400° (Sinterung) kristallisiert neben Spinell noch ein zweites Silikat von geringerer Lichtbrechung, das in feinen, zwillingslamellierten Nadeln (γ' in der Längsrichtung) mit gerader Auslöschung in der Schmelze erscheint: es scheint folgende Reaktion stattzuhaben: $2MgAl_2SiO_6 = MgO . Al_2O_3 + MgAl_2Si_2O_8$ (Magnesia-Anorthit).

H. E. BOEKE[8] wählte, um die Konstitution der Pyroxene zu untersuchen, neuerdings die von GIBBS eingeführte Tetraederdarstellung mit den Komponenten SiO_2, CaO, $MgO(FeO)$ und

[1] F. ZAMBONINI, Atti R. Accad. Napoli. 16 (1914).
[2] C. DOELTER, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. 283. 1877.
[3] G. TSCHERMAK, l. c.
[4] C. F. RAMMELSBERG, Handbuch der Mineralchemie. I. 1875. 408.
[5] J. MOROZEWICZ, TSCHERM. Min.-petr. Mitt. **18**. 105.
[6] C. DOELTER, N. Jahrb. f. Min. etc. 1884. II. 51.
[7] C. DOELTER und E. DITTLER, Über einige Mineralsynthesen. K. Akad. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Kl. **121**. Abt. I. 1912.
[8] H. E. BOEKE, Zeitschr. f. Krist. u. Min. **53**. 445. 1914.

Al_2O_3 (Fe_2O_3) und trug die Analysen der in Frage kommenden Augite als Raumpunkte in das Tetraeder ein. Als Resultat sprach H. E. Boeke die zuerst von Rammelsberg geäußerte Ansicht aus, daß der tonerdehaltige monokline Augit im wesentlichen ein Mischkristall der Komponenten SiO_2, CaO, (Mg, Fe) O und (Al, $Fe)_2O_3$ ist, dessen Sättigungsgrenze in der Tetraederdarstellung ein sehr kleines Raumfeld in Gestalt einer keilförmig abgeflachten Birne ergibt, deren Längsrichtung in der Verbindungslinie Diopsid — Enstatit liegt. Nur wenige Analysen entsprächen nach H. E. Boeke der Tschermak'schen Annahme, und die Wahl des Silikates (Mg, Fe) (Al, $Fe)_2SiO_6$ als Augitkomponente wird deshalb von H. E. Boeke abgelehnt.

G. Tschermak [1] hält der Boeke'schen Anschauung entgegen, daß die von Boeke versuchte Darstellung aus mehreren Gründen weniger geeignet sei zur Klärung der Konstitutionsfrage als die von Tschermak gewählte Rechenmethode. Der Nachweis der Existenz des Tschermak'schen Silikates $MgAl_2SiO_6$ ist vornehmlich deswegen nicht zu erbringen, weil die für die Berechnung notwendigen Prämissen einen voreingenommenen Standpunkt enthielten, der überdies noch durch die Aufnahme der alkalihaltigen Augite wesentlich beeinflußt wird. Ohne zu dem einen oder anderen Standpunkt von vornherein Stellung zu nehmen, soll im folgenden versucht werden, auf experimentelle Grundlage gestützt, der Lösung dieser interessanten Frage näherzukommen. Mehrere Tatsachen helfen uns über die ersten Schwierigkeiten hinweg: der mißlungene Versuch einer synthetischen Darstellung des künstlichen Silikates $MgAl_2SiO_6$ und der entsprechenden Calciumverbindung, die erfolgreichen Versuche über die Herstellung fester Lösungen, sowie der Nachweis natürlicher Mineralien von demselben Konstitutionscharakter. Außerdem ist untersucht worden, inwieweit die Silikate $\alpha CaSiO_3$ und $MgSiO_3$ Tonerde aufnehmen können; bei letzterem Silikat tritt aber noch sehr viel leichter als beim $\alpha CaSiO_3$ eine Spaltung in Spinell und Sillimanit ein.

Angeschlossen wurden vergleichende Versuche über die schon von J. Morozewicz studierte Löslichkeit des Spinells und Enstatites. Es ist bekannt, daß Silikate imstande sind, kleinere Mengen von H_2O, SiO_2 oder Al_2O_3 aufzunehmen und eine homogene, kristallisierte Masse zu bilden. Beispiele sind das Nephelinsilikat, das Kieselsäure in fester Lösung aufzunehmen vermag, ferner bildet das Kalkmetasilikat feste Lösungen mit dem Orthosilikat des Kalkes, auch kann Tonerde in fester Lösung aufgenommen werden wie im Tricalciumsilikat, Enstatit vermag bis zu 5% Diopsid aufzulösen, die Löslichkeit von $CaSiO_3$ in Diopsid geht bis zu 3%. Vom Tricalciumsilikat ist ferner bekannt geworden, daß es durch

[1] G. Tschermak, dies. Centralbl. 1915. p. 225; 1916. p. 1.

kleine Mengen Tonerde, die es in fester Lösung aufnimmt, erst existenzfähig und volumenbeständig wird[1]. Noch viele andere Beispiele über feste Lösungen von Silikaten mit Oxyden sind bekannt geworden. Um festzustellen, welche Menge Al_2O_3 und Fe_2O_3 der Diopsid aufzunehmen imstande ist, ohne daß sich beide Komponenten gesondert ausscheiden, wurden mehrere Versuche ausgeführt:

I.

1. Diopsid mit 4,5 % Al_2O_3.

Das im Kohleofen hergestellte Kristallisationsprodukt enthält mehrere bis 2 mm große Kristalle, die nach der c-Achse entwickelt sind und in Schnitten parallel (010) eine Auslöschungsschiefe $c\gamma$ zwischen $40-45^0$ erkennen lassen. In Schnitten ⊥ zur optischen Achse gewahrt man ferner positiven Charakter der Doppelbrechung. Die Lichtbrechung der Kristalle, nach γ' gemessen, beträgt die des Jodmethylens.

Man erkennt aus dem großen Werte für $c\gamma$, daß die Schmelze nicht mehr aus reinem Diopsid besteht, sondern daß der Pyroxen Tonerde aufgenommen hat. Die Schmelze ist homogen erstarrt und enthält nahezu kein Glas. Die Kristalle sind nun nicht mehr langleistenförmig, sondern mehr kurzprismatisch mit terminalen Begrenzungsflächen nach {111}, ähnlich wie bei Diallag: der Diallag besitzt einen größeren Gehalt an Oxyden vom Typus R_2O_3 als der Diopsid, so daß die Kristalle der Schmelze als diallagähnliche Pyroxene bezeichnet werden können.

Unter der Annahme, daß ein Teil der Tonerde lockerer an das Diopsidmolekül gebunden ist als der Rest, wurden einige chemische Versuche ausgeführt. Bei einer oberflächlichen Prüfung der Pyroxenschmelze mit Natronlauge zeigte sich nämlich, daß immer nur ganz kleine Mengen Tonerde in Lösung gehen. Es wurde versucht, mit Hilfe von Ätznatronlösung eine wenigstens teilweise Trennung der Tonerde vom Diopsid durchzuführen. Diopsid ist in $\frac{1}{1}$-Normallauge beträchtlich löslich, wenn man das durch das 0,25 mm-Maschensieb gesiebte Pulver 2 Stunden am Wasserbad behandelt. Die Kristallbruchstücke sind oberflächlich stark angeätzt, und im Filtrat erhält man Magnesia und Kalk. Mehrere Versuche wurden ausgeführt, bis in der Konzentration 20 g auf 1 l ($\frac{1}{2}$ normal) eine geeignete Lösung gefunden wurde, die den reinen, Al_2O_3-freien Diopsid langsam angreift, aber die zweite Komponente, das Glas, leicht löst.

Ca. 0,5 g Schmelze wurden mit 50 cm^3 Lösung digeriert. Die Behandlung mit $\frac{1}{2}$ n Natronlauge ergab 0,54 % Tonerde.

[1] E. S. Shepherd und G. A. Rankin, l. c.

Die Analyse des Rückstandes[1] war:

SiO_2	49,69
Al_2O_3	3.50
CaO	25.98
MgO	19.28
	98.45

Die Zusammensetzung der Schmelze entspricht ungefähr der eines Diallages[2]; nur enthält der natürliche Pyroxen ca. 3 % Fe_2O_3, auch ist der Kieselsäuregehalt etwas höher, 51,45 % gegenüber 49,69 % der Schmelze.

2. Diopsid mit 9 Gew.-% Al_2O_3.

Die Schmelze enthält in einer kleinkörnigen Grundmasse große Augitkristalle mit 40—45° Auslöschung gegen γ. Es ist kein Glas zur Ausscheidung gekommen. Die Behandlung mit ½ n Natronlauge ergab 0,37 % Tonerde.

Die Analyse des Rückstandes ergab:

SiO_2	47,40
Al_2O_3	8,50
CaO	22.56
MgO	19.88
Summe	98,34

Die Analyse des Rückstandes zeigt Ähnlichkeit mit dem von T. St. Hunt analysierten eisenfreien Augit von Bathurst[3], dessen optische Eigenschaften sich denen eines Basaltaugites nähern. U. d. M. erkennt man größtenteils unzersetzten Pyroxen, der von der Lauge nur oberflächlich schwach korrodiert wurde; die schmalen Glasleisten, die die Kristalle umgaben, wurden aufgelöst.

3. Diopsid mit 15 % Tonerde.

50 g Diopsid wurden mit 15 % Tonerde im Kohleofen zu einem Glase geschmolzen, das Glas gepulvert und im elektrischen Senkröhrenofen 4—5 Stunden langsam kristallisieren gelassen. Da die optische Untersuchung ergab, daß neben Kristallskeletten noch Glas vorhanden war, wurde danach durch ca. 14 Stunden von neuem erhitzt und ein glasfreies Produkt erhalten, das u. d. M. folgende Eigenschaften zeigte: Neben Kristallskeletten, die die zum Schluß verfestigte Zwischenmasse bilden, finden sich kleine rhombische Leisten von gerader Auslöschung und γ' in der Längsrichtung. Die Lichtbrechung dieser Kristallprismen, nach γ' gemessen, war 1,584. Es hatte sich ein Silikat gebildet, das neben

[1] Der Rückstand wurde u. d. M. geprüft und bestand aus unzersetztem Diopsid.

[2] Diallag von Syssert (Ural). E. Mattirolo und E. Monaco, R. C. R. Acc. Torino 1884 und Zeitschr. f. Krist. **9**. 581. 1884.

[3] T. St. Hunt, Journ. f. prakt. Chem. **62**. 496. 1854.

dem Pyroxen auskristallisiert war. Dieses Silikat ist das früher beschriebene, aus zwillingslamellierten Nadeln bestehende, anorthitähnliche Mg Al-Silikat[1].

4. Diopsid mit 17% Al_2O_3.

Von dieser Mischung wurde vorerst ein Vorrat von ca. 30 g im Kohleofen angefertigt und das entstandene Glas fein gepulvert; einige Gramm davon wurden im elektrischen Senkröhrenofen und im Fourquignonofen nach dem Schmelzen einer möglichst langsamen Abkühlung unterworfen.

Neben Glas erkennt man u. d. M. diallagähnliche Pyroxene: kurzprismatische Kristalle mit terminaler Endigung, verwachsen mit einem Aggregat langer, γ' in der Längsrichtung zeigender Nadeln von gerader Auslöschung und einer Lichtbrechung $> 1,66$; die parallel verwachsenen Nadeln besitzen auch geringere Doppelbrechung gegenüber den größeren Pyroxenkristallen. Es handelt sich offenbar um Enstatit, der sich z. T. aus den Bestandteilen des Diopsides gebildet hatte.

Die Auslöschung der Augitkristalle ist eine größere als bei reinem Diopsid. Auf (010) gegen die Spaltrichtung nach (110) gemessen ergibt sich im Durchschnitt ca. 41^0. Trotzdem das Produkt bereits Inhomogenität erkennen läßt, wurde eine Trennung auf chemischem Wege versucht. Wie später erörtert werden wird, vermag auch der Enstatit mit Tonerde feste Lösungen zu bilden; da eine Trennung beider Pyroxene sich nicht durchführen ließ, so bedeutet die folgend angeführte Analyse die chemische Zusammensetzung des vom Glase getrennten Rückstandes, bestehend aus rhombischem und monoklinem Pyroxen. Vorversuche ergaben, daß die Konzentration der Lauge auf $\frac{1}{4}$ der Normalität herabgesetzt werden mußte, sollte der kristallisierte Rückstand ziemlich unversehrt erhalten bleiben. Die Analyse des Rückstandes war:

SiO_2	46,72
Al_2O_3	15,31
CaO	22,11
MgO	17,18
Summe	101,32

Die Analyse zeigt, daß Augit ca. 15% Tonerde aufnehmen kann; bei höherem Gehalt an Tonerde entsteht ein Gemenge von Enstatit, Klinoenstatit und Anorthit neben viel Glas. Bei 20% Tonerdezusatz entsteht bei rascher Abkühlung auch das hexagonale Kalksilikat und Sillimanit. Von der oben bestimmten Grenzzahl aufwärts gelingt es auch bei langsamer Abkühlung nicht mehr, homogene Tonerdeaugite zu erhalten.

[1] C. Doelter und E. Dittler, Über einige Mineralsynthesen. Kais. Akad. d. Wiss. Wien. Math.-naturw. Klasse. **121**. 1912.

Die obige Zahl — 15 % — bezieht sich sonach schon auf ein Gemenge von Diopsid und Enstatit; doch dürfte das reine Diopsidsilikat bei entsprechend langsamer Abkühlung diese Menge Tonerde noch aufnehmen können, was in der Natur sicher der Fall ist. Die Schmelzpunkte 1200° und 1220° im Diagramm beziehen sich auf ein solches Gemisch von reinem Diopsid mit 15 % Tonerde, das im elektrischen Ofen nach 24stündiger Abkühlung erhalten werden konnte.

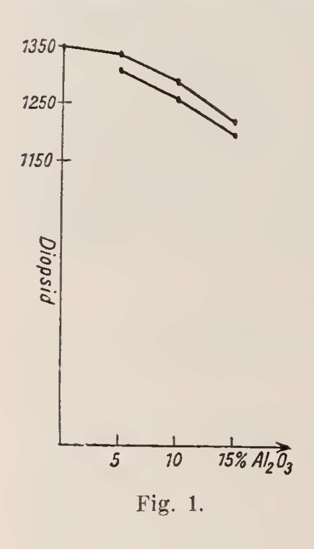


Fig. 1.

Die Kurven des Diagrammes zeigen ein stetes Fallen der das Intervall begrenzenden Punkte und deuten auf feste Lösungen; da Schmelzen mit mehr als 15 % Tonerde inhomogen sind, so wäre die Lücke sehr groß; sie reicht wahrscheinlich bis zur reinen Tonerdekomponente, die bei 2020° schmilzt. Ein eutektisches Gemisch ist nicht realisierbar. Interessant ist ein Vergleich der beiden folgenden Schmelzen:

1. $MgSiO_3$ + 40 Mol.-% Al_2O_3 und
2. $MgSiO_3$ + 50 Mol.-% Al_2O_3.

Wenn man ca. 40 g der beiden Schmelzen im Kohleofen kristallisieren läßt, so erhält man bei 2 dasselbe Produkt wie oben beschrieben: Spinell und Glas. Das Gemenge 2 entspricht auch tatsächlich theoretisch dem hypothetischen Silikate $MgAl_2SiO_6$. Verringert man die Tonerdemenge um nur 10 %, so bildet sich neben Spinell und Glas auch Enstatit. Aus einer Schmelze von 1 Mol. MgO + 1 Mol. SiO_2 kann sich also Enstatit nur solange ausscheiden, als die Tonerdemenge nicht über 40 % beträgt im Verhältnis zum Gesamtgewichte. Schmilzt man $MgAl_2SiO_6$ im Kohleofen, so erhält man neben Spinell nur Glas, das aus SiO_2 besteht. Das aus Spinell bestehende Produkt des Kohleofens wurde feinst gepulvert und unter Zusatz von etwas MoO_3 (als Kristallisator) durch mehrere Stunden einer Temperatur von 1400—1450° ausgesetzt; es war stark zusammengesintert und bestand u. d. M. neben noch größtenteils vorhandenem Spinell aus sehr viel schwächer lichtbrechenden (n etwas $< 1{,}47$), die Zwischenräume zwischen den Spinellkristallen ausfüllenden schwach doppelbrechenden Kristallblättchen mit der Orientierung α parallel der Längsrichtung. Die auf der Basis liegenden Blättchen sind isotrop: Tridymit, der sich leicht in dem Temperaturbereich von 870—1470°[1] aus dem Glase bilden konnte.

[1] Cl. N. Fenner. Zeitschr. f. anorg. Chem. 85. 157. (1914.)

Wir erhalten demnach zusammenfassend folgendes Ergebnis:

Die Verbindung $MgAl_2SiO_6$ ist an und für sich unstabil. Möglicherweise entsteht sie bei langandauernder Erhitzung unter dem Schmelzpunkt der höchstschmelzenden Komponente MgO (Sinterung), doch scheint sich hiebei nach den Versuchen von C. DOELTER und E. DITTLER eher Mg-Anorthit zu bilden. Oberhalb 1400° erhält man Spinell und Glas. Und erhitzt man dieses Gemisch auch noch so lange Zeit unter der Sintertemperatur und im feinstgepulverten Zustande, so bleibt die eine Komponente dieselbe, während das Glas zu Tridymit wird. Vielleicht ist es möglich, daß das Silikat $MgAl_2SiO_6$ bei Anwesenheit von Wasserdampf stabil wird. Versuche hierüber wären noch durchzuführen.

II.

1. Diopside mit Zusatz von Eisenoxyd.

Die Diopside verändern mit Aufnahme des Hedenbergitsilikates $CaFeSi_2O_6$ ihre optischen Eigenschaften. Nach G. TSCHERMAK nimmt die Auslöschungsschiefe $c\gamma$ mit der Zunahme des Eisengehaltes zu; ebenso steigt die Größe des wahren Achsenwinkels um die positive Mittellinie.

Es wurden drei Versuche ausgeführt, die den Zweck hatten, zu untersuchen, wie sich Mischungen von Diopsid mit reinem Eisenoxyd verhalten.

Erst neuerdings ist von W. E. FORD[1] gezeigt worden, daß das Eisenoxydul auf die physikalischen Eigenschaften (Größe des Achsenwinkels, Achsenebene, Auslöschungsschiefe) der Hornblenden größeren Einfluß ausübt als das Eisenoxyd[1]. Nur bei den glaukophanähnlichen Hornblenden wirkt in gleicher Weise auch das Eisenoxyd. Tonerde vergrößert nach F. J. WIIK[2] die Werte für die Auslöschungsschiefe; doch wurde diese Theorie von W. E. FORD und anderen bekämpft.

a) Schmelzen mit Fe_2O_3.

Es wurden drei Schmelzen mit 5, 10 und 15% Fe_2O_3 hergestellt. Die Schmelzen waren zwar nicht vollständig homogen auskristallisiert, da immer etwas metallisches Eisen ausreduziert war, doch war von dem Pyroxen ein großer Teil des Eisens aufgenommen worden.

Die Schmelzen waren kleinkörnig auskristallisiert, die größten Pyroxenkristalle zeigte die Schmelze mit 15% Fe_2O_3, in der eine größere Anzahl Schnitten nach der Basis sich vorfand.

---

[1] W. E. FORD, Zeitschr. f. Krist. **54**. 15 (1914); auch G. TSCHERMAK, Min. Mitt. (1871) 17 und ST. KREUTZ, TSCHERM. Mitt. **27**. 250 (1908).
[2] F. J. WIIK, Zeitschr. f. Krist. **7**. 79 (1883).

Schmelzpunktsbestimmungen wurden nicht ausgeführt, weil die Produkte nicht vollkommen homogen waren. U. d. M. zeigte sich eine Zunahme der Auslöschungsschiefe $c\gamma$ bis 45^0 bei den eisenreichsten Kristallen.

2. Diopside mit beiden Sesquioxyden.

Eisenoxyd und Tonerde werden zusammen nur z. T. vom Diopsid aufgenommen, und es tritt bei größerem Oxydzusatz fast stets eine Aufspaltung des Pyroxens ein, so daß die Bildung des Silikates $RO . R_2O_3 . SiO_2$ ermöglicht wird. Schon C. Doelter beobachtete, daß in einer Mischung von 68 proz. Diopsid, 7 proz. Tonerde und 25 proz. Eisenoxyd Plagioklas (Anorthit) entsteht. Die Tonerde verbindet sich leicht mit Kieselsäure und Kalk, die dem Diopsid entzogen wird, zu triklinem Feldspat[1]. Noch leichter geschieht dies, wenn an Stelle von Diopsid eine Kalk-Magnesia-Kieselsäuremischung im Oxydverhältnis 1 : 1 : 2 mit Tonerde zusammengeschmolzen wird.

Die CO_2- und H_2O-hältigen Mischungen der Silikate des Kalkes, der Magnesia und des Eisens wurden in folgenden Gewichtsverhältnissen im Kohleofen geschmolzen:

12,80 g $CaSiO_3$
15.84 g $MgSiO_3$
1,75 g $FeSiO_3$
mit 2,78 g Al_2O_3
und 0,92 g Fe_2O_3

entsprechend einem Pyroxen der Zusammensetzung:

$$8 CaSiO_3 . 8 MgSiO_3 . FeSiO_3 + 15 \text{ Mol.-\%} Al_2O_3 \quad 5 \text{ Mol.-\%} Fe_2O_3.$$

Man erhält ein graugefärbtes Glas, das im Fourquignonofen durch 12 Stunden umkristallisiert wurde und u. d. M. ein Gemenge darstellt, das neben Magnetit und Enstatit auch schiefgetroffene Schnitte von Olivin enthält. Diopsid war nicht auskristallisiert.

Es wurde nun synthetisch ein Pyroxen (nach einem Pyroxen von Löbau in Sachsen) hergestellt, dessen chemische Zusammensetzung folgende war:

SiO_2	45,18
Al_2O_3	8,48
Fe_2O_3	6.21
FeO	5.75
CaO	23.26
MgO	11.63
	100.51

[1] C. Doelter. l. c. 57.

Dieser Pyroxen enthält neben viel Tonerde auch beträchtliche Mengen Eisenoxyd; aus dem Schmelzfluß erhält man auch bei verhältnismäßig langsamer Abkühlung keinen Pyroxen, sondern neben viel Magneteisen kleine Körner von Olivin und Feldspat.

Es zeigt sich also, daß Pyroxene mit gleichzeitig viel Eisen und Tonerde im Schmelzflusse recht unbeständig sind.

III. Feste Lösungen von α-$CaSiO_3$ mit Tonerde.

Das α-Kalksilikat ist optisch einachsig (hexagonal) mit sehr kleinem Achsenwinkel $2E = 0-8^0$ und optisch positivem Charakter der Doppelbrechung. Die Doppelbrechung beträgt 0,025—0,035.

Es vermag nach A. L. Day und E. T. Allen kleine Quantitäten von Kalk und Kieselsäure aufzunehmen und feste Lösungen mit dem Orthosilikat zu bilden [1].

In dem von E. S. Shepherd und G. A. Rankin aufgestellten Dreistoffsystem $CaO-Al_2O_3-SiO_2$ [2] bilden die im folgenden beschriebenen Mischungen feste Lösungen und fallen in der Dreiecksprojektion in das Existenzfeld von α-$CaSiO_3$. Es schien wünschenswert, die optischen Verhältnisse und die Schmelzpunkte der dem reinen Kalksilikat nahestehenden Mischungen α-$CaSiO_3 + Al_2O_3$ zu prüfen und sie in Zusammenhang zu bringen mit den Ergebnissen der chemischen Untersuchung.

Stellt man Mischungen von α-Kalksilikat bis zu einem Gehalt von 15 Gew.-% an Tonerde her, so erhält man stets wieder die α-Form mit ihren charakteristischen Eigenschaften. Nur in der Schmelze 3 (α-Kalksilikat mit 15 % Al_2O_3) ließen sich wegen der Kleinheit der Kristalle konoskopische Untersuchungen nicht mehr durchführen; doch sind auch diese Kristalle homogen.

Die Kristalle sind optisch einachsig, optisch positiv und die mittlere Lichtbrechung von derselben Größenordnung wie die tonerdefreie Form ($n = 1,636$). Bei Tonerdezusatz verringert sich die Lichtbrechung in der 3. Dezimale bis auf $1,633 \pm 0,001$. Auffallend ist, daß das bei der reinen $CaSiO_3$-Form häufig auftretende Öffnen des Kreuzes bei Tonerdezusatz verschwindet.

Kleine, glasfreie Proben wurden auf ihre Schmelzbarkeit im C. Doelter'schen Heizmikroskop untersucht und im Platinschälchen erhitzt.

[1] A. L. Day und Mitarbeiter, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **26.** 169 (1907).

[2] E. S. Shepherd und G. A. Rankin, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **71.** 19 (1911).

Tabelle (Fig. 2).

$CaSiO_3$	mit 5 % Al_2O_3	mit 10 % Al_2O_3	mit 15 % Al_2O_3
Schmelzbeginn	1340°	1310°	1280°
Ende des Schmelzens .	1360°	1340°	1320°

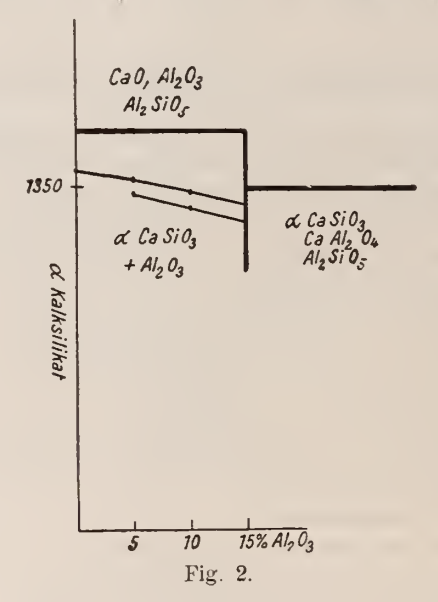


Fig. 2.

Das Hervortreten eines deutlichen Schmelzintervalles in Verbindung mit der optischen Homogenität der auskristallisierten Produkte deutet auf feste Lösungen der beiden Komponenten.

Setzt man mehr als 15 Gew.-% Tonerde hinzu, so erhält man neben dem Kalksilikat auch kleine, ziemlich stark doppelbrechende Nädelchen, die in Monobromnaphthalin ($n = 1{,}658$) eben verschwinden. Die optische Orientierung $c = \gamma$ und die gerade Auslöschung deuten auf Sillimanit, der sich neben etwas Kalkspinell bildet.

Löslichkeitsversuche:

Das hexagonale Kalksilikat wird von $\frac{1}{1}$ n Natronlauge ziemlich stark angegriffen[1]. Mit $\frac{1}{20}$ n Lauge ist die Löslichkeit, wenn man die feingepulverte Schmelze am Wasserbad eine Stunde behandelt, folgende:

Im Filtrat: SiO_2 2,52
CaO 2,02

[1] C. Doelter und E. Dittler, l. c. 10.

Die tonerdehältigen Schmelzen sind merkwürdigerweise weniger angreifbar als das reine Kalksilikat; möglicherweise spielt hier die kürzere oder längere Abkühlungsdauer eine Rolle. Es wurde deshalb darauf geachtet, den Ofen bei allen Versuchen in gleicher Weise abzukühlen (1 Stunde Abkühlungsdauer). Mit $\frac{1}{20}$ n NaOH, je eine Stunde am Wasserbad behandelt, fanden sich:

	$CaSiO_3$ 5 Gew.-% Al_2O_3	$CaSiO_3$ 10 Gew.-% Al_2O_3	$CaSiO_3$ 14 Gew.-% Al_2O_3
100 cm³ Filtrat enthielten:			
SiO_2	1.16	0.58	1.34
Al_2O_3	0,65	0,66	0.15
CaO	0,56	0.56	0,23
Im ausgewaschenen Rückstand:			
SiO_2	47,42	44,06	43.50
Al_2O_3	4.35	9,92	13,60
CaO	48.26	47.51	43.25
	100.03	101.49	100.35

Die Versuche zeigen, daß bis nahezu 14 % Tonerde vom Kalksilikate als feste Lösung zurückgehalten werden können, und ferner daß die Tonerde nicht nur locker gebunden am Silikat hängt. Oberhalb 1400° sind feste Lösungen nur als Glas bei rascher Abkühlung stabil. Unter 1350° bei größerem Tonerdezusatz bilden sich die neuen Komponenten Kalkspinell und Sillimanit.

IV. Über die Löslichkeit des Enstatites und des künstlichen Spinells und feste Lösungen des Enstatites mit Al_2O_3.

Das Verhalten des Enstatites der Meteoriten gegen Säuren wurde von Maskelyne geprüft [1]; es gehen in Lösung von:

1. Enstatit, Bustee, nach 16stünd. Digestion mit 1 HCl + 1 aq. 7.78 %
2. „ „ „ „ „ „ 1 HCl + 20 „ 9.41 „

Der Enstatit (1) enthielt ursprünglich:

SiO_2	57,60
MgO	40,64
Fe_2O_3	1,44
K_2O	0.39
Na_2O	0.91
	100,98

Enstatit (2) enthielt nur 0,48 Fe_2O_3. Der Enstatit wird nicht zersetzt, sondern gelöst, d. h. in der Lösung finden sich alle Bestandteile des Enstatites wieder.

[1] In E. Cohen. Meteoritenkunde. Stuttgart 1894.

Es wurde auch versucht, in einem Gemenge von Spinell und Enstatit eine Trennung der beiden Mineralien mit Salzsäure vorzunehmen. J. Morozewicz hat schon darauf hingewiesen, daß die Unlöslichkeit des Spinells in Säuren ein relativer Begriff sei und daß man von ihr nur im Vergleich mit anderen Mineralien (Silikaten), die sich in Säuren leichter zersetzen, reden kann [1]. Eisenfreier Mg-Spinell sollte sich in starker Salzsäure überhaupt nicht lösen — wenigstens hat J. Morozewicz auf diese Weise die Trennung von natürlichem Korund und Spinell von anderen Mineralien durchführen können —, es ist aber durchaus nicht gleichgültig, ob natürlicher oder künstlicher Spinell verwendet wird. Versuche nach dieser Richtung zeigen sogar, daß das Kunstprodukt immer rasch schon von verdünnter Salzsäure angegriffen wird.

In einem Gemenge, das aus Mg-Spinell und Kieselsäureglas bestand und nach dem Schmelzen mit Wasser abgeschreckt wurde (0,3845 g), fanden sich nach 1stündiger Behandlung mit $\frac{1}{4}$ n HCl (100 cm³) 24 % gelöst. Im eingedampften Filtrat fand sich viel Magnesia und Tonerde neben wenig Kieselsäure des Glases. Auch nach Verdünnung der Säure auf $\frac{1}{10}$ n gingen noch 20% in Lösung.

Bei langsamer Abkühlung einer reinen Spinellschmelze ergibt sich ein etwas anderes Resultat; mit $\frac{1}{2}$ n HCl eine Stunde am Wasserbad behandelt geht kein Spinell in Lösung, und das Resultat von J. Morozewicz wird bestätigt.

J. Morozewicz isolierte natürlichen rhombischen Pyroxen mit konzentrierter Ätznatronlauge, während sich bei unseren Versuchen zeigte, daß der künstliche Enstatit von der Lauge sehr rasch angegriffen wird [2]. Die synthetisch hergestellten tonerdehältigen Enstatite wurden im feingepulverten Zustand (Sieb von 0,25 mm Maschenweite) von verdünnter Natronlauge gelöst. Erst wenn man mit der Konzentration auf $\frac{1}{20}$ der Normallösung herabgeht, ist die Löslichkeit eine so geringe, daß ein Vergleich der verschiedenen Tonerdeenstatite durch die chemische Analyse ermöglicht wird.

Versuch: ca. 0,5 g natürlicher Bronzit von Kraubath und künstlich hergestellter Enstatit wurde eine Stunde lang am Wasserbad mit 100 cm³ $\frac{1}{20}$ n HCl behandelt. Von der Lösung abgegossen und bis zur Entfernung der sauren Reaktion gewaschen, wurde das Pulver vorerst u. d. M. untersucht und als Bronzit bezw. Enstatit erkannt.

Nachdem der Rückstand u. d. M. auch noch Flocken von amorpher Kieselsäure zeigte, die durch Wasser nicht auswaschbar

[1] J. Morozewicz, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **18**. 32 (1899).
[2] J. Morozewicz, Tscherm. Min.-petr. Mitt. **18**. 110 (1899).

waren, wurde das feine Pulver längere Zeit mit warmer 2 % Sodalösung behandelt, wobei noch Kieselsäure in Lösung ging, ohne daß eine Magnesiaabgabe aus dem Enstatit erfolgt wäre.

In den Filtraten beider Minerale fand man:

	Enstatit natürlicher	Enstatit künstlicher (Al_2O_3- u. Fe_2O_3-frei)
Al_2O_3 und Fe_2O_3 . .	0,36	—
MgO	4.25	5,60
SiO_2	2,91	3,59

Aus den Zahlen geht hervor, daß der Enstatit gelöst und nicht zersetzt wird, und daß das künstlich hergestellte Produkt leichter in Lösung geht als das natürliche Mineral.

In dem Enstatit-Tonerde-Gemenge wurde der Versuch gemacht, die vom Pyroxensilikat aufgenommene Tonerde quantitativ zu ermitteln.

Das durch das 0,25 mm-Maschensieb geschüttelte Gemenge wurde vorerst eine Stunde mit $\frac{1}{20}$ n $NaOH$ am Wasserbade in der Wärme behandelt, wobei 0,23 % SiO_2 neben einer Spur Tonerde in Lösung gingen. Da der Rückstand u. d. M. noch Spuren von Glas enthielt, so wurde, ohne die Konzentration der Lauge zu erhöhen, 2 Stunden einwirken gelassen; es zeigte sich, daß dann auch der Enstatit stark angegriffen wird, weshalb die obige Einwirkungsdauer von 1 Stunde beibehalten wurde.

Von $\frac{1}{20}$ n Natronlauge wird Enstatit kaum angegriffen. Oberflächlich erscheinen die Kristalle zwar etwas angeätzt, doch ist in dem wässerigen Auszug derselben höchstens eine Spur Mg nachzuweisen.

1. Enstatit mit 5 Mol.-% Tonerde: Die Schmelze war gut kristallisiert und bestand nur aus Enstatit (rhombische Form), der die gesamte Tonerde aufgenommen hatte.

0,5031 g dieses Enstatites wurde wie oben 1 Stunde mit $\frac{1}{20}$ n Natronlauge am Wasserbad behandelt. Der Rückstand bestand aus guterhaltenen Enstatitkristallen. Das Filtrat enthielt nur 0,33 % SiO_2, dagegen ließ sich keine Tonerde und nur Spuren von Magnesia nachweisen.

2. Enstatit mit 10 Mol.-% Al_2O_3: 0,4971 g Schmelze gaben:

SiO_2	0.36
Al_2O_3	0,30
MgO	Spur

Der gewaschene Rückstand gab für 0,4016 g:

SiO_2	52,26
Al_2O_3	9,88
MgO	38.38
Summe . . .	100,52

Es war demnach nahezu die ganze Tonerde vom Enstatit aufgenommen worden.

3. Enstatit mit 15 Mol.-% Al_2O_3: 0,4863 g Schmelze gab nach der Behandlung mit $\frac{1}{20}$ n Natronlauge:

SiO_2	0,27
Al_2O_3	0,26
MgO	Spur
Summe	0,53

Der Rückstand (0,3815 g) enthielt:

SiO_2	47,39
Al_2O_3	14,91
MgO	37,54
Summe	99,84

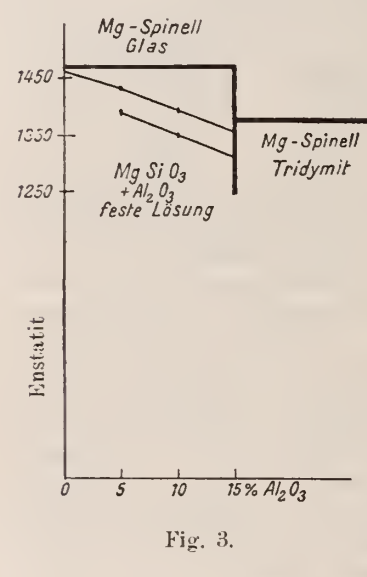


Fig. 3.

Es zeigt sich, daß der Enstatit ebenso wie das α-Ca-Silikat bis 15 % Tonerde in Form fester Lösung aufnehmen kann ohne besondere Änderung seiner optischen Eigenschaften und seiner Widerstandsfähigkeit gegen verdünnte Säuren und Basen. Der Schmelzpunkt wird aber (Fig. 3) ziemlich stark herabgedrückt von 1450° auf 1350° der 10 % Mischung. Es ergibt sich daraus, daß natürliche Verbindungen, die einfache Oxyde beigemengt enthalten, einen niedrigeren Schmelzpunkt besitzen müssen als die reinen Kunstprodukte, wie es tatsächlich und oft beobachtet wurde.

Herrn Hofrat Prof. Dr. C. Doelter und Herrn Dozenten Dr. Dittler danke ich herzlichst für die Unterstützung, die sie mir während der Arbeit angedeihen ließen.

Die chemischen Analysen habe ich im II. chemischen Institut der k. k. Universität Wien ausgeführt; Herrn Assistent Dr. Carl Mayr bin ich für seine tatkräftige und sachkundige Hilfe zu besonderem Dank verpflichtet.

Wien, Mineralogisches Institut der Universität.

Analyse des Gadolinits des Radautals.

Von **J. Fromme** in Egeln.

Im Anschluß an meine Mitteilung aus dem Jahre 1910 über das Vorkommen und die kristallographischen Verhältnisse des Gadolinits des Radautals [1] bin ich jetzt in der Lage, von diesem seltenen Vorkommen eine Analyse mitzuteilen, die ich an neuerdings gesammelten Kristallen ausgeführt habe. Im Jahre 1899, besonders aber 1912, 1913 und 1915 konnte ich einige deutliche, bis zu 12 mm lange Kristalle, bezw. Kristallstöcke mit ebenen, z. T. glatten Flächen sammeln; sie waren umschlossen von Quarz und auch von Orthoklas. In kleinen Drusen des Schriftgranits saßen Quarz- und Prehnitkriställchen. Als Begleiter trat auch wieder Orthit auf. Meine neuen Kristalle zeigen außer den bisher durch vom Rath [2] und mich erwähnten Flächen auch noch das Klinopinakoid $\infty P \infty$.

In der Hallischen Universitätssammlung liegt ein bis zum Jahre 1913 als Gadolinit bezeichneter, sehr deutlich ausgebildeter Orthitkristall aus dem Radautal, welcher dem von vom Rath beschriebenen Orthit [3] entspricht. Gadolinit derselben Herkunft enthielt die Hallische Sammlung, welche mir Herr Prof. Boeke durchzusehen gestattete, überhaupt nicht.

Luedecke [4] gibt an, sein Untersuchungsmaterial sei schon auf Platinblech im Bunsenbrenner geschmolzen, während vom Rath Unschmelzbarkeit festgestellt hatte. Ich konnte lediglich vom Rath's Beobachtung bestätigen. Der Orthit des Radautals dagegen schmilzt v. d. L. sehr leicht unter Anschwellen und Kochen zu schwarzem Email.

Unser Gadolinit ist auf Bruchflächen deutlich dunkelgrün, was besonders im Sonnenlicht an muscheligen Splitterchen sichtbar ist, die flaschengrün durchsichtig erscheinen. Hierdurch ist es möglich, ihn durch bloßen Anblick vom pechschwarzen, in Splittern braun durchsichtigen Orthit zu unterscheiden, selbst wenn keine Kristalle vorliegen.

Herr Fr. Rinne stellte vor einigen Jahren an meinem Material folgendes optische Verhalten fest: Doppelbrechend; Achsenwinkel nicht weit von 90^0 abweichend; Doppelbrechung $+$; Dispersion $r > bl$.

---

[1] J. Fromme, Min. u. petr. Mitt. **29**. 265—267. 1910.

[2] G. vom Rath, Pogg. Ann. **144**. 576. 1872.

[3] Ebenda. 579.

[4] Luedecke, Min. des Harzes. 1896. 438.

Das spezifische Gewicht beträgt 4,298 bei 15° C, die Härte = 6 ... 7.

Das Pulver ist durch Salzsäure vollkommen zersetzbar. Die Analyse wurde ohne den Glühverlust und die Fe O-Bestimmung an 0,5 g unter Alkohol gepulverter und bei 105° C wieder getrockneter Substanz ausgeführt; sie ergab:

		Mol.-Quotienten	
SiO_2	23,86	0,395	0,403
ThO_2	2,26	0.008	
Y_2O_3	35,86	0.159	0,202
Ce_2O_3	6,33	0,019	
$(Nd, Pr, La)_2O_3$[1] . .	5.49	0,017	
Fe_2O_3	1,13	0.007	
FeO	11,75	0,163	0,209
MnO	0,14	0,002	
CaO	1,54	0,027	
MgO	0,11	0,003	
K_2O	0.38	0,004	
Na_2O	0,65	0,010	
BeO	8,75	0,348	0,414
Glühv.	1,20	0.066	
Summe . . .	99,45		

Etwa vorhandene kleine Mengen Al und Er konnten nicht berücksichtigt werden.

Die Mol.-Quotienten führen mit wünschenswerter Genauigkeit auf die Gadolinitformel $\overset{II}{Fe}\,Be_2\,Y_2\,Si_2\,O_{10}$, wenn der Glühverlust wenigstens zum Teil als Wasser in die Rechnung miteinbezogen wird. Es ist eine Frage, ob dieses statthaft sei, ich möchte sie aber bejahen, einmal, weil das Analysenmaterial frisch war, zum andern, weil ein Analysenfehler, der etwa durch eine ungenügende Trennung von Fe und Be sich eingeschlichen haben könnte, kaum in Betracht kommen kann, denn ihr wurde ganz besondere Sorgfalt zugewendet, auch stimmen die anderen Zahlen zu gut, um Zweifel aufkommen zu lassen. Man könnte noch annehmen, daß ein Teil des Fe O Be O verträte und das Wasser einen Teil des Fe O. Das würde am Sättigungsverhältnis zu SiO_2 natürlich nichts ändern. Auf jeden Fall scheint mir Wasser zur frischen Substanz zu gehören. — Nun bleibt bei den zweiwertigen Oxyden noch ein ganz kleiner Überschuß, der möglicherweise auf Rechnung der Alkalien zu setzen ist, die zu einem kleinen Teile immerhin aus den benutzten Gefäßen und Reagentien stammen könnten. Zu der Glüh-

[1] Mittleres Molekulargewicht zu 330 angenommen.

verlustsbestimmung standen mir 0.0748 g zur Verfügung; sie wurde wie alle übrigen Bestimmungen an bei 105⁰ getrocknetem Mineral vorgenommen. Die Fe O-Bestimmung geschah an 0,1254 g Substanz nach meinem Verfahren im Fluß-Schwefelsäureaufschluß mit Hilfe von gefällter Kieselsäure[1]. Ich bestimmte dabei den kleinen, als Indikator dienenden Überschuß von Permanganatlösung durch einen besonderen Versuch, um den bei so wenig Untersuchungsmaterial entstehenden zu großen Fehler ausgleichen zu können. Im übrigen habe ich bei der Analyse im wesentlichen denselben Gang befolgt, welchen ich schon bei meiner Orthitanalyse[2] angewandt hatte. Hier seien noch einige Ergänzungen angegeben. In der Regel wurden die Fällungen doppelt ausgeführt. Das Yttrium trennte ich von den Ceriterden und dem Thor durch Kaliumsulfat, das Thor von den Ceriterden durch Ammonoxalat. Das Cer wurde in ganz schwach essigsaurer Lösung mit Wasserstoffsuperoxyd als Dioxyd niedergeschlagen. Die Oxalate des Eisens und Berylliums wurden durch Schwefelsäure zerstört, der Rückstand verdünnt, und die noch vorhandene geringe Menge organischer Substanz mit etwas Salzsäure und Kaliumchlorat zerstört. Nun wurde der Säureüberschuß abgeraucht, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, die Lösung fast neutralisiert und in überschüssige Ammonkarbonatlösung gegossen. Der ausgewaschene Niederschlag wurde wieder in Schwefelsäure gelöst und die Fällung wiederholt, der ausgewaschene Niederschlag erneut gelöst und gefällt und dann erst als Fe_2O_3 gewogen. Die Berylliumfiltrate wurden vereinigt, mit Essigsäure angesäuert, eingedampft und das Beryllium mit Ammoniak gefällt. Eine Spur von bei dem Be O verbliebenem Eisen bestimmte ich kolorimetrisch. Das Filtrat vom Beryllium prüfte ich zur Sicherheit durch Abdampfen, Verjagen der Ammonsalze usw. noch weiter auf Beryllium. Es war aber nichts mehr darin enthalten. Das Mangan fällte ich durch das Sulfidverfahren. Vor Fällung des Kalkes mit Ammonoxalat wurde die Lösung erst noch mit Ammoniak auf Spuren seltener Erden geprüft. Ein geringer Niederschlag konnte mit den übrigen seltenen Erden zusammen verarbeitet werden. Die durch Quecksilberoxyd abgeschiedene Magnesia wurde der geringen Menge wegen als Ammoniummagnesiumphosphat identifiziert und als Pyrophosphat gewogen.

[1] J. Fromme. Min. u. petr. Mitt. **28**. 329. 1909.
[2] Ebenda. 327.

Über den Stickstoffgehalt des Phonoliths.

Von **E. Blanck** in Rostock.

Aus leicht ersichtlichen Gründen verfügt die chemisch-petrographische Literatur über fast gar keine oder doch nur sehr spärliche Daten, welche Aufschluß über den Stickstoffgehalt der Eruptivgesteine zu geben vermögen. Von diesem Gesichtspunkt aus rechtfertigt sich vorliegende Notiz über den Stickstoffgehalt des Phonoliths bezw. der Gesteine aus der Reihe der Phonolith—Leucitophyre. Da auch anderweitiges Interesse an dem Gehalte der Eruptivgesteine an Stickstoff besteht, so z. B. seitens der Agrikulturchemie, so wurden von mir eingehende Untersuchungen in genannter Richtung ausgeführt [1], die hier nur ganz kurz in ihren analytischen Ergebnissen zur Mitteilung gelangen sollen.

Bei dem vorauszusehenden sehr geringen Stickstoffgehalt dieser Gesteine mußte besonderes Gewicht auf die Genauigkeit der Stickstoffbestimmung gelegt werden und wurde dieselbe für den Gesamtstickstoffgehalt nach der Kjelldahl'schen Methode mit allen nur möglichen zu Gebote stehenden Kautelen ausgeführt, und zwar für jedes Gesteinsmehl unter Anwendung von je 10 g in fünfmaliger Wiederholung. Die Bestimmung des Ammoniakstickstoffgehaltes erfolgte unter Benutzung von Magnesia usta bei Heranziehung der gleichen Anzahl von Parallelanalysen und derselben Ausgangsmenge. Außerdem wurden für jede Art der Stickstoffermittlung je 5 sogen. „Blinde Bestimmungen" ausgeführt, um den störenden Einfluß der benutzten Chemikalien auf den Ausfall der Stickstoffbefunde auszuschalten.

Drei derartig untersuchte Phonolithmehle ergaben in je 10,000 g Substanz einen Gesamtstickstoffgehalt von:

I. 0,267 ± 0.061 mg N	II. 0,474 ± 0,104 mg N	III. 0,119 ± 0,094 mg N
gleich 0.00267 %	0,00474 %	0.00119 %

Es läßt sich jedoch von dem Stickstoffgehalt dieser drei verschiedenen Gesteinsproben mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung der Beweis erbringen, daß keine Differenzen zwischen den einzelnen Proben bestehen dürften, nämlich weder zwischen

I und II	0.207 ± 0.120 mg N
II „ III	0,355 ± 0,140 „ „
I „ III	0,149 ± 0,112 „ „

Die Höhe der beigefügten wahrscheinlichen Schwankung spricht, wie ersichtlich, gegen die Sicherstellung der Differenzen als solche, so daß auf einen nahezu gleichen Gesamtstickstoffgehalt aller drei

[1] Vergl. E. Blanck, Der Phonolith ein Stickstoffdünger? Landw. Versuchs-Stationen. 1917. **90**. p. 33.

Proben zu schließen ist. Berücksichtigt man aber die Ermittlungen der sogen. blinden Stickstoffbestimmungen, wie dieses im nachfolgenden unter Heranziehung der Wahrscheinlichkeitslehre zum Ausdruck gebracht worden ist, ùnd zwar durch Wiedergabe der verbrauchten ccm Titrationslauge, so zeigt sich der obige Stickstoffgehalt als nur ein illusorischer oder mindestens doch sehr fragwürdiger:

I.	II.	III.
33,80 ± 0,02	33,80 ± 0,02	33,80 ± 0,02
33,71 ± 0,02	33,64 ± 0,04	33,76 ± 0,03
0,09 ± 0,029	0,16 ± 0,044	0,04 ± 0,036

Gleiches mit Ausnahme von für Probe II[1] gilt für die Feststellung des Ammoniakstickstoffgehaltes in denselben Proben, wie nachstehende Gegenüberstellung der bei der Titration verbrauchten ccm Lauge ohne weiteres schon zu erkennen gibt:

I.	II.	III.
33,96 ± 0,02	33,96 ± 0,02	33,96 ± 0,02
33,86 ± 0,02	33,83 ± 0,01	33,95 ± 0,00
0,10 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,01 ± 0,02

Ich sehe daher auch für diesen Fall von einer Wiedergabe der Umrechnung auf Ammoniakstickstoff unter Berücksichtigung der wahrscheinlichen Schwankungen ab, will jedoch zugeben, daß die verbrauchten ccm Lauge einen Ammoniakstickstoffgehalt von 0,00296, 0,00385 bezw. 0,00030 % entsprechen würden. Doch ist diesen Befunden abermals keine Bedeutung beizulegen, denn auch die Befunde für Gesamtstickstoff im Vergleich zum Ammoniakstickstoff, ausgedrückt in ccm verbrauchter Lauge, zeigen deutlich, daß kein Unterschied zwischen den beiden Werten besteht:

ccm für:	I.	II.	III.
Ges. N	0,09 ± 0,03	0,16 ± 0,04	0,04 ± 0,04
Ammoniak N	0,10 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,01 ± 0,02
Zugunsten des Ges. N	— 0,01 ± 0,04	+ 0,03 ± 0,04	+ 0,03 ± 0,04

Man gelangt daher kurz zusammenfassend zu der Ansicht, daß der in den drei untersuchten Phonolith-Leucitophyr-Proben etwa vorhandene Stickstoffgehalt nur äußerst gering veranschlagt werden kann, ja sich sogar bei kritischer Verarbeitung des Analysenmaterials als nicht bestehend gezeigt hat. Die vorliegenden Untersuchungen geben somit keine Stütze für die Anwesenheit eines irgendwie in Betracht kommenden Stickstoffgehaltes der Phonolithe ab.

---

[1] Der Befund von 0,13 mit 0,02 ccm wahrscheinlicher Schwankung liegt nämlich innerhalb der 6½fachen wahrscheinlichen Schwankung, so daß er als ausreichend sichergestellt zu betrachten ist.

Das Geschlecht der Gattungsnamen auf ites.

Von **V. Hilber.**

In den geologischen und paläontologischen Werken findet man die Gattungsnamen auf *ites* (und *ytes*) teils mit männlichen, teils mit weiblichen Artnamen versehen. Hier nur einige Beispiele aus Lehrbüchern (m = männlich, w = weiblich).

Ammonitengenera auf *ites*	Credner	Kayser	Leonhard-Hoernes	Steinmann	Zittel
Ananchytes	w	w	w	m	w
Favosites	m	w	w	w	w
Halysites	w	w	w	—	w
Nummulites	m	m	m	—	m. w.

Die Zeile „Ammonitengenera auf *ites*“ hat bei allen: m | m | m | m | m.

Im Bronn'schen Enumerator 1849 sind die meisten Gattungsnamen auf *ites* männlich, einige (*Escharites, Melicertites, Ovulites*) weiblich.

Es handelt sich um eine latinisierte, ursprünglich griechische Endung nach dem Muster von *Abderites, Sybarites* (nomina gentilia). „Das genus bleibt dasselbe wie im griechischen, daher sind die substantiva auf *e* feminina, die auf *as* und *es* masculina“ (Goldbacher, Lateinische Grammatik. p. 47) und „die griechischen substantiva auf *as* und *es* sind“ (im lateinischen) „männlich“ (Kühner-Holzweissig, Ausführliche Grammatik der lateinischen Sprache. 2. Aufl. p. 437). Herr Kollege Kukula macht mich aufmerksam, daß überdies die griechische Endung *ites* eine weibliche Form auf *itis* hat.

Eine Ausnahme machen die Baumnamen auf *ites* (*Pinnites, Araucarites*), weil sie nach ihrer Bedeutung weiblich sind.

Die Gattungsnamen auf *ites* (und *ytes*) mit Ausnahme der durch ihre Bedeutung weiblichen Baumnamen sind also männlich.

Nachruf für August Friren.

Am 18. April 1916 starb im Alter von 79 Jahren der Metzer Paläontologe August Friren. Er war aus Diedenhofen gebürtig und widmete sich dem geistlichen Stande. Mit 25 Jahren war er Professor in Bitsch. Im Jahre 1865 kam er als Hausgeistlicher ins Sacré Coeur von Monteningen bei Metz. Seit 1873 lehrte er daselbst im Kleinen Seminar (Bischöflichen Gymnasium) Physik und Mathematik und stand seit 1898 dieser Anstalt als Direktor vor. Im Jahre 1893 wurde er zum Ehrendomherrn ernannt. In den letzten Jahren lebte er zurückgezogen und versah nur noch das Amt eines Hausgeistlichen zu Sancta Constantia.

Mit seinem Hinscheiden hat die Lothringer Heimatforschung einen herben Verlust erlitten und die paläontologische und botanische

Wissenschaft einen treuen und verdienten Anhänger verloren. Im wesentlichen war FRIREN Autodidakt, aber die Liebe zur Sache, sein kritischer Scharfblick und seine Geduld verhalfen ihm zu einer gründlichen Vorbildung. Er war einer der besten Vertreter jener Richtung, welche sich in Anfang und Mitte des letzten Jahrhunderts in Deutschland und mehr noch in Frankreich mit der naturwissenschaftlichen Erforschung der Heimat befaßte. Als er nach Metz kam, begann er die reichen Aufschlüsse vor den Toren der Stadt auszubeuten. Damals kam er auch in Berührung mit TERQUEM, dem verdienten Metzer Paläontologen. Im Jahre 1868 erschien FRIREN's erste Veröffentlichung: Quelques mots sur une Bélemnite du Lias moyen. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de la Moselle. Metz 1868. Verronnais impr. 12 p. 1 Taf.) In diesem Aufsatz beschreibt er den Phragmokon des *Belemnites clavatus* und des *Aulacoceras elongatum* aus den Blättermergeln (Amaltheentonen) von Metz und gibt Winke über die systematische Verwertung der Innenskulptur der Belemniten. Nach dem Krieg war er der einzige im Lande, der die geologisch-paläontologischen Traditionen weiterpflegte. Er setzte mit geduldiger Ausdauer seine Aufsammlungen im Lothringer Jura fort, und es gelang ihm, in den untern Amaltheentonen eine neue, hochinteressante, den paläozoischen Orthiden nahestehende Brachiopodengattung zu entdecken. Er gab ihr den bezeichnenden Namen *Orthoidea liasina*. Die zierliche Art, welche von TERQUEM und DESLONGCHAMPS mit der Jugendform der *Waldheimia numismalis* verwechselt worden war, ist beschrieben und abgebildet in dem Aufsatz: Mélanges paléontologiques. I. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Metz. 13. c. 2. Serie. Metz 1875. Verronnais impr. 32 p. 2 Taf.) Dieselbe Arbeit enthält Beschreibung und Abbildung einer neuen Gastropodenart *Straparollus metensis* FRIREN aus den Blättermergeln, ferner die irrtümlich als *Ammonites Terquemi* beschriebene Jugendform des *Aegoceras Taylori* Sow. sp. var. *nodosum* Qu., sowie interessante Angaben über das Vorkommen des *Aulacoceras elongatum* und des weitverbreiteten Problematikums *Tisoa siphonalis* M. d. S.

Aber FRIREN's Verdienst besteht noch mehr als in den eigenen Publikationen darin, daß er die Schätze seiner reichhaltigen Sammlung mit der ihm eigenen liebenswürdigen Selbstlosigkeit jedem wissenschaftlichen Arbeiter zugänglich gemacht hat. So stammte viel Material der Werke von BRANCA[1], HAAS[2] und STUBER[3] aus

[1] W. BRANCA, Der Untere Dogger Deutsch-Lothringens. Abh. zur geol. Spezialk. v. Els.-Lothr. 2. H. 1. Straßburg 1897.

[2] H. HAAS u. C. PETRI, Die Brachiopoden der Juraformation von Elsaß-Lothringen. Abh. z. geol. Spezialk. v. Els.-Lothr. 2. H. 2. Straßburg 1888.

[3] J. A. STUBER, Die Obere Abteilung des Unteren Lias in Deutsch-Lothringen. Abh. zur geol. Spezialk. v. Els.-Lothr. 5. H. 2. Straßburg 1893

der FRIREN'schen Sammlung. Im Jahre 1886 erschien der zweite Teil der Mélanges paléontologiques. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Metz. 17. c. 3. Serie. Even impr. 54 p.) Darin ist besonders die Fauna von Bévoie bei Metz behandelt[1]. Ferner finden wir Mitteilungen über seltene Brachiopoden aus dem Metzer Jura, Ergänzungen und Berichtigungen zur HAAS'schen Monographie und Notizen über *Orthoidea liasina*, *Aulacoceras elongatum* und *Tisoa siphonalis*. Besonders wertvoll ist eine im Jahre 1892 herausgegebene kritische Besprechung über die Bryozoen der *Sowerbyi*-Schichten: Mélanges paléontologiques. III. Les bryozaires de l'oolithe inférieure des environs de Metz. (Extrait du Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Metz. 18. c. 2. Serie. 1892. Even impr. 82 p.)

In der Folge wandte sich FRIREN ganz der Botanik zu, und er hat auch hier besonders durch die Untersuchung der Lothringer Moose Erhebliches geleistet. FRIREN's Aufsätze verraten seine bedächtige, gründliche Art zu arbeiten. Festina lente war sein Wahlspruch. Seine übergroße Bescheidenheit hat ihn daran gehindert, all die Ergebnisse seiner zuverlässigen Bestimmungen zu veröffentlichen. FRIREN gebührt das Verdienst, die Fundstücke der vorübergehenden Aufschlüsse der Wissenschaft gerettet zu haben, und dies zu einer Zeit, als das allgemeine Interesse sich immer mehr der historischen Erforschung des Metzer Landes zuwandte. Es steht zu hoffen, daß seine Sammlung, welche die Funde aus den damals bekannten Schichten des Lias und Dogger birgt und seine Vorliebe zu Einzelstudien und biologischen Gruppen zeigt, noch manchen wertvollen Beitrag zur Kenntnis der Lothringer Jurafossilien liefern wird. Es war mir vergönnt, die Funde eingehend zu studieren und nach mündlichen Mitteilungen des Verstorbenen über Fundorte und Aufschlüsse in den meisten Fällen die fehlenden Schichtbezeichnungen nachzutragen. Sicherem Vernehmen nach wird die wertvolle Sammlung der engeren Heimat erhalten bleiben. Dr. W. KLÜPFEL (Metz).

---

[1] Inhaltsangabe in: Mitt. der Komm. f. d. geol. Landesunt. v. Els.-Lothr. 1. H. 3. Straßburg 1888. — STUBER hat die Fauna von Bévoie kritisch auf die einzelnen Schichten (Lias β und γ) verteilt. — Der p. 41 beschriebene Rest (*Leptaena*) hat sich als die Hälfte eines Stielglieds von *Extracrinus subangularis* aus den fortgeschwemmten Blättermergeln erwiesen.

Personalia.

Ernannt: Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, der Nachfolger von Geheimrat BRANCA in Berlin, zum Geheimen Bergrat.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Zur Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums (verallgemeinerte Symmetrielehre).

Von **Paul Niggli.**

Mit 2 Textfiguren.

Der Kristallsymmetrielehre des Kontinuums steht die Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums gegenüber, den 32 Kristallklassen (Kristallsymmetriegruppen) entsprechen die 230 Kristallraumsysteme (Raumgruppen).

Für die erstere gilt (im physikalischen Sinne): Alle einem Symmetrieelement (Symmetrieachse, Symmetrieebene, Symmetriezentrum) parallelen gleichen Elemente (Geraden oder Ebenen oder Punkte) sind wiederum entsprechende Symmetrieelemente. Speziell gilt: Alle Punkte sind sich identisch.

Im Gegensatz dazu stehen die folgenden Sätze, welche die Kristallsymmetrielehre des Diskontinuums einleiten und von einer diskontinuierlichen Struktur der Materie bei periodischer Homogenität verlangt werden.

1. Der Abstand paralleler gleichartiger Symmetrieelemente voneinander kann nicht unter einen endlichen Wert sinken.

2. Die Identität[1] tritt erst in bestimmten Abständen wieder auf, die nicht unendlich klein werden können und die einzig von der Richtung abhängig sind. Es existiert daher um jeden Punkt ein Raum der Nichtidentität von beliebiger Gestalt, aber konstantem endlichen Volumen. Dieser Raum kann immer als Parallelepiped konstruiert werden und bildet als solches den großen Fundamentalbereich einer regelmäßigen Raumteilung. Jedem Raum der Nichtidentität eines gegebenen Raumsystems gehört die gleiche und volle Zahl von nichtidentischen Symmetrieelementen an.

Der Satz zwei verbürgt die periodische Homogenität und ist der Ausdruck dafür, daß jedem Raumsystem eine Translationsgruppe oder ein Raumgitter zugeordnet werden kann[2]. Die historische Entwicklung der Kristallstrukturlehre hat zur Folge, daß bei der

[1] Zwei Punkte sind nur dann identisch, wenn die Anordnung der übrigen Punkte auch der Lage nach eine gleiche ist, ohne daß eine Drehung oder Spiegelung stattfinden muß. (Identität = Drehung Null).

[2] Gleichzeitig ergibt sich daraus auch, daß die Achsen 2-, 3-, 4- oder 6-zählig sein müssen.

Ableitung der Raumsysteme meist so vorgegangen wird, daß man zuerst die möglichen speziellen Formen der Raumgitter bestimmt und dann mit ihnen als etwas Gegebenem weiteroperiert. Der nachstehend skizzierte Weg scheint mir konsequenter und einfacher zu sein. Die zwei mitgeteilten Sätze der Kristallsymmetrielehre des Kontinuums sagen aus, daß es zur Ableitung der 32 Kristallklassen genügt, die möglichen Kombinationen von durch einen Punkt gehenden Symmetrieelementen aufzusuchen. In gleicher Weise muß es möglich sein, die 230 Raumsysteme mathematisch abzuleiten, indem man für den Raum der Nichtidentität alle mit den Symmetriegesetzen in Einklang stehenden Kombinationen von Symmetrieelementen aufsucht. Die spezielle Form des Tripels primitiver Translationen ergibt sich automatisch aus der angewandten Kombination.

Die grundliegenden Symmetrieoperationen sind Drehung um eine Achse und Spiegelung an einer Ebene.

1. Einer n-zähligen Achse (kristallographisch $n = 2, 3, 4, 6$) eigen ist die Rotation um einen bestimmten Winkel derart, daß, wenn diese Rotation n-mal im gleichen Sinne ausgeführt wird, die Identität entsteht. Im Kontinuum wird diesen Bedingungen einzig die Drehungsachse gerecht, im Diskontinuum, in dem auch in der Achsenrichtung identische Punkte einen bestimmten Abstand besitzen, außerdem die Schraubenachse, deren Translationskomponente der n^{te} Teil eines Ein- oder Vielfachen des Identitätsabstandes in Richtung der Achse ist.

2. Einer Symmetrieebene im weiteren Sinne eigen ist die Spiegelung, die zweimal ausgeführt die Identität ergeben muß. Im Diskontinuum gibt es Spiegelebenen und Gleitspiegelebenen, die diese Bedingungen erfüllen, letztere dann, wenn der Betrag der Gleitung die Hälfte einer primitiven Translation (Identitätsabstand) in der Ebene ist. (Gleitspiegelebenen und Spiegelebenen können zusammen auch als spiegelnde Ebenen bezeichnet werden.)

3. Inversion und Drehspiegelung lassen sich als Produkt zweier nacheinander ausgeführten Operationen 1 und 2 auffassen. Gleichgültig, ob man dazu Drehungsachsen oder Schraubenachsen, Spiegelebenen oder Gleitspiegelebenen verwendet, entsteht im ersteren Falle ein Symmetriezentrum, im zweiten Falle die Kombination einer $\frac{n}{2}$-zähligen Drehungsachse mit einer Drehspiegelebene.

Drehungsachsen erster Art, Schraubenachsen, Spiegelebenen, Gleitspiegelebenen, Symmetriezentren, Drehungsachsen zweiter Art sind die Symmetrieelemente des Diskontinuums. Sie derart zu kombinieren, daß der Abstand paralleler gleichartiger Elemente nicht unter einen endlichen Betrag hinuntergehen kann, ist die Aufgabe der Symmetrielehre des Diskontinuums. Die Aufgabe ist jeweilen

erledigt, wenn alle einem Raume der Nichtidentität angehörigen Symmetrieelemente angegeben sind. Die, nach dem kristallographischen Grundgesetz (das übrigens auch durch die endliche Translationsgruppe gewährleistet wird) möglichen und sich gegenseitig bedingenden, Kombinationen erhält man unter Berücksichtigung einer Reihe von Sätzen, die zweckmäßig zuerst abgeleitet werden. Die meisten dieser Sätze lassen sich so formulieren, daß die Beziehungen zwischen den einfachen Symmetrieelementen (Symmetrielehre des Kontinuums) Spezialfälle davon sind. Sie stellen daher eine ganz geringe Mehrbelastung dar und zeigen auch ihrerseits, daß die Punktsymmetrie nur ein Sonderfall der Raumsymmetrie ist.

Folgende seien hier erwähnt (die von Schoenflies angegebenen Sätze sind selbst Spezialfälle davon):

1. Zwei unter einem Winkel $\frac{\pi}{n}$ stehende zweizählige Achsenscharen (kreuzend oder schneidend) bedingen darauf senkrecht stehende n-zählige Achsen; gleichzeitig entstehen zweizählige Achsenscharen von im ganzen n-Richtungen, die aller einer Ebene p parallel sind, bezw. (schneidend) in ihr liegen. Einem Projektionspunkt (O) der Kreuzungen von Achsen aller n-Richtungen auf p (bezw. deren Schnittpunkt) ist dann im Abstande OA (in p liegend) eine senkrecht auf p stehende n-zählige Achse zugeordnet, wenn die von A auf die Projektion der n zweizähligen Achsen gefällten Lote jede Achsenprojektion in der Hälfte ihres Schraubungskomponentenabstandes von O aus treffen[1]. Die Schraubungskomponente der n-zähligen Achse ist dem doppelten Abstande zweier um $\frac{\pi}{n}$ gedrehten Achsen gleich.

Von besonderer Bedeutung für die Ableitung der Vierergruppen ist der auf die zweizähligen Achsen bezügliche Spezialfall. Er möge daher einzeln formuliert werden:

Zwei rechtwinklig zueinander stehende (windschief oder schneidend) zweizählige Achsenscharen bedingen auf beiden senkrecht stehende zweizählige Achsen, die von der Projektion der Kreuzung, bezw. dem Schnittpunkt, um je den halben Schraubungskomponentenbetrag entfernt sind[2]. Die Achsen besitzen selbst eine Schraubungs-

---

[1] Schneiden sich die n zweizähligen Achsen in einem Punkt, so wird der Kreuzungspunkt zum Schnittpunkt selbst, die Projektionsebene zur Ebene der zweizähligen Achsen.

Sind alle zweizähligen Achsen Drehungsachsen, so geht die n-zählige Achse durch den Schnittpunkt der zweizähligen Achsen, bezw. bei windschiefer Lage durch den Kreuzungsprojektionspunkt.

[2] Stets in geometrischer Auffassung: Abstand = Diagonale eines aus den halben Schraubungskomponenten gebildeten Parallelogramms, bezw. (hier) Rechteckes. Die Projektion bezieht sich auf eine zu den Ausgangsachsen parallele Ebene.

komponente gleich dem doppelten kürzesten Abstand zweier Achsen der ersten und zweiten Schar. (Siehe Fig. 1.)

[Zweizählige Drehungsachsen somit senkrecht zu zwei sich schneidenden zweizähligen Achsen, zweizählige Schraubenachsen senkrecht zu zwei windschief zueinander stehenden Achsen]. Die entstehenden Einzelfälle, wenn alle Achsen Drehungsachsen sind, ergeben sich leicht von selbst.

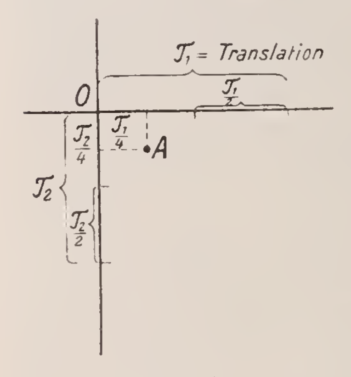


Fig. 1.

2. Eine auf einer spiegelnden Ebene[1] senkrecht stehende zweizählige Achse bedingt ein Symmetriezentrum, das vom Schnittpunkte um die Hälfte der Gleitungskomponente und die Hälfte der Schraubungskomponente entfernt ist. Auch hier wird der auf einfache Symmetrieelemente bezügliche Satz zu einem Spezialfall.

3. Der, die Schnittlinie zweier spiegelnden Ebenen, betreffende Satz sei in der für zweizählige Achsen gültigen Form mitgeteilt. Die Verallgemeinerung ist wie in 1 leicht auf 4-zählige, 6-zählige, 3-zählige Achsen zu übertragen.

Parallel der Schnittlinie zweier (n) senkrecht $\left(\sphericalangle \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{n}\right)$ aufeinander stehender spiegelnden Ebenen liegt im beidseitigen (allseitigen) Abstande der Hälfte der dazu senkrechten Gleitungskomponenten eine zweizählige (n-zählige) Achse mit einer Schraubungskomponente entsprechend der Höhendifferenz der zur Achse parallelen Gleitungskomponenten[2].

4. Jede 2n-zählige Drehspiegelachse ist zugleich n-zählige Drehungsachse.

5. Jede Parallelschar zweizähliger Achsen[3] besteht aus 4 nichtidentischen[4] Achsen. Ist eine davon zugleich vierzählig, so ist gleichzeitig noch eine Zweite vierzählig. Ist eine zugleich sechszählig, so gibt es weiter keine sechszähligen Achsen, hingegen existieren dann nach dem folgenden Satze außerdem zwei dreizählige Achsen.

6. Jede Parallelschar dreizähliger Achsen besteht aus drei nichtidentischen Achsen. Von diesen kann eine zugleich sechszählig

[1] Spiegelnde Ebene umfaßt Gleitspiegelebene und Spiegelebene.

[2] Sind die Gleitrichtungen schief, so handelt es sich um die Teilkomponenten in den zwei ausgezeichneten Richtungen.

[3] Achse kurzweg bedeutet Drehungsachse oder Schraubenachse.

[4] Nichtidentisch bedeutet durch Decktranslationen (Identitätsabstände) nicht ineinander überführbar.

erster Art sein, dann gehören zur Parallelschar außerdem 3 nichtidentische zweizählige Achsen.

7. Jede Parallelschar von spiegelnden Ebenen besteht aus zwei nichtidentischen Ebenen.

8. Jede Parallelschar von Symmetriezentren besteht aus 8 nichtidentischen Symmetriezentren.

Es tritt somit kein Symmetrieelement einzeln im Raume der Nichtidentität (großer Fundamentalbereich) auf. Die Scharen selbst können sich noch in verschiedener Weise aus Schraubenachsen und Drehungsachsen oder Gleitspiegelebenen und Spiegelebenen kombinieren. Und schon hier zeigt sich, wie eine bestimmte Kombination zu einer besonderen Form des Tripels primitiver Translationen führt, derart, daß eine vorgängige Ableitung der Raumgittertypen unnötig ist.

Es sollen beispielsweise alle Raumsysteme gebaut werden, die lediglich parallele zweizählige Achsen besitzen. Die Achsen können Schraubenachsen, oder Drehungsachsen und Schraubenachsen oder Drehungsachsen allein sein. Welches sind die möglichen Kombinationen und Anordnungen?

Zunächst seien nur Schraubenachsen vorhanden. Durch den Punkt A (Fig. 2) gehe senkrecht zur Zeichenebene eine zweizählige Schraubenachse (a) mit einer bestimmten Ganghöhe, die ja zugleich den Abstand identischer Punkte in der Achsenrichtung ergibt. Von den Abständen zwischen parallelen zweizähligen Schraubenachsen greife ich die zwei kürzesten heraus, die betreffenden, im übrigen beliebigen, Richtungen seien mit x und z bezeichnet. Durch B gehe die nächste zweizählige Schraubenachse (b), die a parallel läuft und daher nach dem Satz über die Identitätsabstände gleiche Ganghöhe besitzt. Diese Schraubenachse b hat zur Folge, daß im Abstande $2\,AB = AA'$ eine zweizählige Schraubenachse a′ einsticht, die mit a identisch ist. (Zu jedem Punkt auf der Achse a gehört ein identischer Punkt auf a′ und umgekehrt. Die Anordnung setzt sich in dieser Richtung von selbst ins Unendliche fort. Auf x gehe die a nächste zweizählige Schraubenachse c durch C. Sie bedingt durch A″ $(AA'' = 2\,AC)$ eine mit a identische zweizählige Schraubenachse a″. Der Satz von den Identitätsabständen ergibt nun ohne weiteres die Achsen b′, c′, a‴. Da aber a und a‴ identisch sind, geht durch die Mitte von AA‴ notwendigerweise eine weitere zweizählige Schraubenachse d.

In der zu den Achsen senkrechten Ebene (Zeichnungsebene) umfaßt, wie sich leicht beweisen läßt, das Parallelogramm die gesamte Nichtidentität. Das Parallelepiped mit der Ganghöhe der Schraubenachse als Höhe umfaßt gleicherweise die gesamte Raumnichtidentität. Durch dieses Parallelepiped kann aber keine neue Schraubenachse gehen, da wir ja vorausgesetzt haben, AB und AC seien die kürzesten Abstände. Würden wir in irgend einem Punkt

im Parallelogramm A A′ A″ A‴ eine neue Schraubenachse errichten, so hätte sie mindestens von einer schon gezeichneten einen kürzeren Abstand, was der Voraussetzung widerspricht. Die 4 zweizähligen Schraubenachsen a b c d kennzeichnen somit ein Raumsystem, nämlich $\mathfrak{C}_2^2$. Das primitive Translationentripel findet man folgendermaßen. In Richtung der Achsen ist die Ganghöhe zugleich primitive Translation. Die Ableitung zeigt ferner, daß nicht nur a′ und a″ mit a identisch sind, sondern daß speziell die Punkte A′ und A″ A gleich sind. A A′ und A A″ sind daher ebenfalls primitive Translationen.

Nun kann man weiterhin die Parallelscharen zweizähliger Achsen aus Drehungsachsen und Schraubenachsen kombinieren. a der Fig. 2 sei beispielsweise zweizählige Drehungsachse und in einem kürzesten Abstand A B liege der Durchstoßpunkt einer nächsten zweizähligen

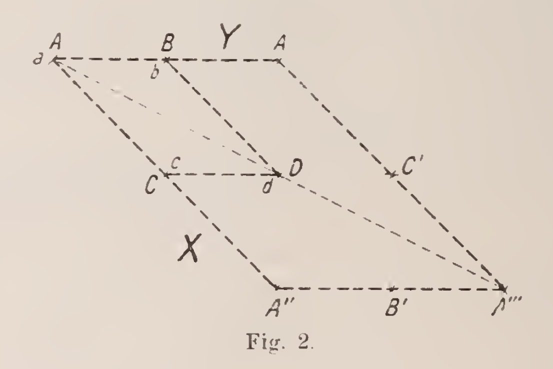


Fig. 2.

Schraubenachse. Dann geht durch A′ (A A′ = 2 A B) notwendigerweise eine mit a identische zweizählige Drehungsachse a′. Aber jetzt schon sei bemerkt, daß A′ nicht ein mit A identischer Punkt ist, sondern daß ein solcher sich erst in halber Schraubenganghöhe über A′ befindet. Die Ganghöhe von b ist natürlich wieder gleich dem Identitätsabstand auf allen zu b parallelen Achsen und Geraden. Ist c eine nächste Schraubenachse, so ist a″ wieder mit a identische Drehungsachse, ebenso a‴. c′ und b′ sind mit c und b identische Schraubenachsen. Mitten zwischen zwei identischen zweizähligen Drehungsachsen muß notwendigerweise eine neue zweizählige Drehungsachse liegen; es ist das d. Weitere zweizählige Achsen irgendwelcher Art können nicht vorhanden sein. Hätten wir angenommen, c sei wieder Drehungsachse, so würde d Schraubenachse geworden sein. Da die Richtungen x und z an keine Bedingungen geknüpft sind, entsteht keine prinzipiell neue Anordnung. Es gibt daher nur eine mögliche Kombination von zweizähligen Schraubenachsen und zweizähligen Drehungsachsen (2 sind Schraubenachsen, 2 sind Drehungsachsen). Das entsprechende Raumsystem heißt $\mathfrak{C}_2^3$.

Diesmal sind aber weder AA' noch AA'' primitive Translationen. In der Ebene der Achsen a b a' . . . schließt die primitive Translation mit den Achsen einen Winkel ein, dessen $\tang = \frac{\frac{g}{2}}{AA'}$ ist. ($g =$ Ganghöhe der Schraubenachse). Die spezielle Form der Translationsgruppe ergibt sich somit ohne weiteres aus der angewandten Kombination.

Nur eine mögliche Parallelschar zweizähliger Achsen bleibt zur Besprechung übrig. Alle Achsen sind Drehungsachsen. Wieder gibt es 4 nichtidentische Achsen, die Ableitung führt sofort zur Gruppe $\mathfrak{C}_2^1$, mit einem primitiven Translationstripel wie in $\mathfrak{C}_2^2$.

Auf gleiche Weise lassen sich die möglichen Achsenscharen drei- und vierzähliger Achsen bestimmen, wobei ebenfalls die speziellen Kombinationen von Drehungs- und Schraubenachsen die verschiedenen Formen des primitiven Translationentripels automatisch liefern. Die möglichen Kombinationen von Parallelscharen einer Symmetrieebene sind: 1. Gleitspiegelebenen verschiedener Art, 2. Gleitspiegelebenen gleicher Art der Gleitspiegeloperation. 3. Gleitspiegelebenen und Spiegelebenen. 4. Spiegelebenen allein. Jeder Kombination entspricht ein Raumsystem, und die speziellen Formen des Translationentripels ergeben sich wieder als etwas Sekundäres.

Hat man alle Einzelparallelscharen der Symmetrieelemente abgeleitet, so lassen sich diese Scharen unter Berücksichtigung der Sätze, die das Neuauftreten von Symmetrieelementen bedingen, in der jeweilen zulässigen Weise kombinieren. Das Resultat sind die 230 Raumsysteme[1]. Der zu jeder Kombination gehörige Gittertypus stellt sich von selbst ein.

Vom Diskontinuitätsstandpunkte aus ist dies eine konsequente Ableitung, wie sie eine Fundamentalvorlesung über Kristallographie

[1] In Frage kommen hiebei, außer dem allgemeinen Charakter der zu kombinierenden Scharen von Symmetrieelementen, die gegenseitigen Lagebeziehungen der Symmetrieoperationen und Symmetrieelemente. — So sind beispielsweise alle 4 Raumsysteme $\mathfrak{C}_{2,v}^3$, $\mathfrak{C}_{2,v}^8$, $\mathfrak{C}_{2,v}^{10}$, $\mathfrak{C}_{2,v}^6$ durch die Kombinationen $(\mathfrak{C}_2^1, \mathfrak{C}_s^2, \mathfrak{C}_s^2)$ gegeben. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der Gleitspiegeloperation und ihrer Lage zu der Achsenrichtung. — $\mathfrak{C}_{2,v}^{18}$ und $\mathfrak{C}_{2,v}^{20}$ besitzen beide die Kombination $(\mathfrak{C}_2^3, \mathfrak{C}_s^3, \mathfrak{C}_s^3)$, das eine Mal gehen aber die Symmetrieebenen Achsenebenen parallel, die Drehungsachsen und Schraubenachsen enthalten, das andere Mal sind sie parallel denjenigen Achsenebenen, die entweder lauter Drehungsachsen oder lauter Schraubenachsen führen. Das ist zugleich ein Gegensatz, der sich in verschiedenen primitiven Translationentripeln manifestiert; $\mathfrak{C}_{2,v}^{18}$ besitzt infolgedessen das flächenzentrierte Gitter, $\mathfrak{C}_{2,v}^{20}$ das innenzentrierte Gitter als Translationsgruppe.

vermitteln müßte. Die Reduktion auf 32 Kristallklassen für alle jene Vorgänge und Erscheinungen, bei denen praktisch mit einem Kontinuum gerechnet wird, ist leicht zum Schlusse durchzuführen. Jedes Raumsystem ist durch die Zahl und die gegenseitige Lage aller nichtidentischen Symmetrieelemente im großen Fundamentalbereich charakterisiert, doch ist es im Anschluß an die makroskopische Kristallographie zweckmäßiger, in allen Fällen die Symmetrieelemente anzugeben, die sich in einem Elementarparallelepiped befinden, mit den Identitätsabständen in Richtung der kristallographischen Achsen als Kanten. In dieser Weise sind von mir die kubischen Raumsysteme dargestellt worden. (Siehe eine demnächst erscheinende Arbeit.)

Wählt man den umgekehrten Weg und schickt die Ableitung der 32 Kristallklassen voraus, so erhält man die Raumsysteme, indem an Stelle aller Symmetrieelemente die für das homogene Diskontinuum möglichen Parallelscharen eingesetzt und die erhaltene Kombination auf ihre gegenseitige Bedingtheit geprüft werden. In beiden Fällen ist außer der Kenntnis der Sätze, die das Zusammenvorkommen von Symmetrieelementen betreffen, nur eine vorgängige Ableitung der Einzelscharen (denen übrigens auch Raumsysteme entsprechen) nötig. Irgend ein Raumsystem läßt sich dann direkt ohne weitere Kenntnis von Untergruppen ableiten.

Daß dabei den speziellen Typen der Translationsgruppe keine besondere Rolle zukommt, ist durchaus richtig. Die Raumgitteranordnung von Punkten verbürgt ja lediglich die periodische Homogenität und hängt mit dem speziellen Symmetriecharakter nur indirekt zusammen. (Winkelgröße, Translationengleichheit etc.)

Die Raumsysteme sind für das Diskontinuum das, was die Kristallklassen für das Kontinuum sind. Die speziellen Fälle, die entstehen, wenn den Schwerpunkten von Massenteilchen bestimmte Lagen[1] zukommen, sind das Analoge der verschiedenen Flächenkomplexe und Flächenkombinationen ein und derselben Kristallklasse. Für diese Zwecke muß man daher die Punkte innerhalb des großen Fundamentalbereichs oder des Elementarparallelepipeds nach ihrer Zähligkeit, nach ihrer Symmetrie und nach ihren Freiheitsgraden

[1] Hier kann sich wohl zeigen, daß bestimmte Lagen als Schwerpunktslagen besonders ausgezeichnet sind, so daß die entsprechenden Verbindungslinien bestimmte „Gittertypen" liefern (beispielsweise das häufige Auftreten einer flächenzentrierten Gitteranordnung im kubischen System auch dann, wenn das zugehörige Translationentripel einfach ist). Das hängt mit den Stabilitätsbedingungen der Anordnungsmöglichkeiten von Massenteilchen zusammen und enthält die eigentlichen, vielleicht nur wenig variablen, Kristallisationsgesetze (siehe einige bereits erschienene Mitteilungen). Gerade weil derartige Anordnungsmöglichkeiten nicht an bestimmte Translationsgruppen gebunden sind, müssen die Raumsysteme unter möglichster Vermeidung des Gitterbegriffes abgeleitet werden.

ordnen. (Für die kubischen Raumgruppen siehe eine demnächst erscheinende Arbeit im N. Jahrb. f. Min. etc.) Auch bei der Annahme von nur quasihomogenem verzwillingtem Bau bleibt nichts anderes übrig als zuerst die Raumsysteme abzuleiten und die Zwillingsgesetze darauf wirken zu lassen. Bis jetzt sind derartige Versuche selten ins Einzelne ausgearbeitet worden, so daß sich noch nicht erkennen läßt, welchen Vorteil diese kompliziertere Auffassung bieten wird.

Leipzig, Institut für Mineralogie und Petrographie.

Pisanit vom Lading in Kärnten.

Von **H. Leitmeier** in Wien.

Am Lading bei St. Michael im Lavanttale in Kärnten befindet sich im Gneis und Kalkstein eine Kieslagerstätte, deren Haupterze Pyrit- und Kupferkies sind, die am reichsten im Gneis auftreten. Diese Lagerstätte und ihre Erze sind beschrieben worden von F. v. Rosthorn und J. L. Canaval[1], Riedl[2] und R. Canaval[3], am eingehendsten hat sich der Letztgenannte geäußert, der auch den Gneis und seine mineralische Zusammensetzung näher untersucht hat. Neben den kiesigen Erzen findet sich Limonit, Granat, Quarz und Glimmer, die mit dem Pyrit zusammen auftreten. Auch ein wasserhaltiges, von Kupfer gefärbtes, grau- bis spangrünes Tonerdesilikat kommt dort vor, das namentlich R. Canaval näher beschrieben hat. Als Zersetzungsprodukte fehlen natürlich Malachit und Azurit nicht; auch Cuprit wurde in dieser Lagerstätte gefunden.

Von einem Besuche mehrerer Bergwerke Kärntens brachte Herr Hofrat Prof. Dr. C. Doelter eine Eisen-Kupfersulfatstufe mit, deren Untersuchung er mir überließ, wofür ich ihm auch an dieser Stelle bestens danke. Ferner übergab mir Herr Bergrat Holler eine schöne Stufe zur Untersuchung, für die ihm auch bestens gedankt sei.

Auf einer Masse, die aus zersetztem, zum größten Teile in Limonit umgewandeltem Pyrit, der auch etwas Kupferkies enthält, besteht, haben sich Sulfatkristalle gebildet. Man unterscheidet sofort zweierlei Arten dieses Sulfates: blaue, in ihrer Färbung etwas blasser als Kupfervitriol, und daneben grüne, wie Eisenvitriol gefärbte Kristalle. Das grüne Mineral überzieht das blaue, hat sich also später gebildet.

[1] F. Rosthorn und J. L. Canaval, Jahrbuch nat. Museum v. Kärnten. 1853. 173.

[2] Riedl, Zeitschrift berg-hüttenmänn. Vereines f. Kärnten. 1873.

[3] R. Canaval, Jahrbuch nat. Museum v. Kärnten. 1901. 1.

Es konnte von den beiden Mineralien genügend Material zu einer chemischen Untersuchung getrennt werden. Die qualitative Probe ergab, daß beide Bildungen Mischungen von Kupfer- und Eisensulfat, also Pisanit darstellen.

Pisanite sind natürliche, isomorphe Mischungen der beiden Komponenten Ferrosulfat-Heptahydrat $FeSO_4 . 7H_2O$ und Kupfersulfat-Heptahydrat $CuSO_4 . 7H_2O$. Beide Komponenten kommen ebenfalls als Mineralien in der Natur vor; das erste Sulfat entspricht dem Melanterit, das zweite dem erst seit kurzem in der Natur gefundenen Boothit; sie kristallisieren beide monoklinprismatisch und stehen einander kristallographisch sehr nahe. Das letztere ist schon lange vor seinem Auffinden in der Natur auf künstlichem Wege von Lecoq de Boisbaudran[1] dargestellt, aber erst viel später von W. T. Schaller[2] in Leona Heights, Alameda Co., Kalifornien, entdeckt worden.

Die Mischungen der beiden Komponenten sind in der Natur schon lange bekannt und zuerst von Pisani[3] untersucht worden.

Eingehend hat die monoklin-prismatische Reihe Ferrosulfat-Heptahydrat—Kupfersulfat-Heptahydrat J. W. Retgers[4] experimentell untersucht und gefunden, daß in dieser Reihe kein Doppelsalz vorkommt.

Die Kristalle vom Lading, sowohl die blauen als auch die grünen, sind sehr einfach gebaut, indem sie nur Prismenflächen und die Endfläche zeigen. Durch Vorwalten von Prismenflächen kommt die an rhomboedrische Calcit-Kristalle erinnernde Ausbildungsweise, wie sie z. B. Retgers beschrieb, nicht so sehr zum Ausdrucke. Andere Flächen wurden nicht beobachtet. Im Gegensatze dazu tritt der Pisanit an anderen Fundorten sehr flächenreich auf; so beschrieb z. B. W. T. Schaller[5] von Leona Heights in Kalifornien sehr flächenreiche Kristalle (er fand dort 17 Formen). Zu kristallographischen Messungen sind die Kristalle vom Lading wenig geeignet, da sie, besonders an den Prismenflächen, stark gerillt sind. Da die Winkel der beiden Komponenten einander recht ähnlich sind, so würde sich beim vorliegenden Mineral kaum der Einfluß der chemischen Zusammensetzung auf Winkel der Kristalle (etwa den Prismenwinkel) erkennen lassen, da die Fehlergrenze zu weit wäre.

1. Der blaue Pisanit.

Die Dichte wurde in Methylenjodid-Benzol mit 1,950 bestimmt.

Zur Analyse stand verhältnismäßig nur wenig Material zur Verfügung. An 0,7834 g wurde zuerst nach Brush-Penfield das

[1] Lecoq de Boisbaudran, Compt. rend. hebd. d. Acc. de seanc. Paris. 1867. **65**. 1249.

[2] W. T. Schaller, Bull. Dept. Geol. Univ. Calif. 1903. 3.

[3] Pisani, Compt. rend. hebd. d. Acc. de seanc. Paris. 1859. **48**. 807.

[4] J. W. Retgers, Zeitschr. f. phys. Chemie. 1894. **15**. 562.

[5] W. T. Schaller, l. c.

Wasser bestimmt, dann das Sulfat im Wasser gelöst, in zwei gleiche Teile geteilt und an dem einen die Schwefelsäure, an dem anderen Kupfer und Eisen bestimmt. Man findet manchmal angegeben, daß man Eisen und Kupfer dadurch trennen könne, daß man beide Elemente mit Ammoniak als Hydroxyde fällt, in einem ganz geringen Überschusse des Fällungsmittels löst sich das Kupferhydroxyd. Durch mehrmaliges Fällen und Wiederauflösen des filtrierten Niederschlages kann man nun allerdings den Eisenhydroxydniederschlag frei von Kupfer erhalten, aber es geht dann sehr leicht ein Teil des Eisenhydroxydes bei dem öfters wiederholten Fällen seinerseits in Lösung und man bekommt zu wenig Eisen. Ich habe Proben mit Gemischen von Cu- und Fe-Sulfat gemacht, die mich veranlassten, diese Methode als nicht hinreichend genau zu erklären. Bei der vorliegenden Analyse wurde das Cu als Sulfid durch Schwefelwasserstoff aus saurer Lösung gefällt und dann das Eisen als Hydroxyd.

Die Analyse ergab:

CuO	11,44
FeO	13,16
SO_3	27,59
H_2O	45,68
Unlösl.	1,49
	99,36

Nach Abzug des Unlöslichen, das aus Gesteinssubstanz und aus Erzteilchen bestand, erhält man folgende Zahlen:

CuO	11,67
FeO	13,43
SO_3	28,18
H_2O	46,72
	100,00

Berechnet man das Molekularverhältnis aus diesen Zahlen, so kommt man angenähert auf das Verhältnis:

$$(FeO, CuO) : SO_3 : H_2O = 1 : 1 : 7.$$

Die Formel lautet also: $(Fe, Cu)SO_4 . 7H_2O$.

Dabei ist das CuO auf FeO umgerechnet. Die für Wasser erhaltene Zahl ist etwas höher als 7, ungefähr 7,2. Dies hat seinen Grund darin, daß das Analysenmaterial nicht vollständig frei von zersetzter Substanz war. Da zur Analyse lufttrockenes Material verwendet worden war, so wird der Wassergehalt durch geringe Beimengungen von Zersetzungsprodukten, die aus der Luft Wasser anziehen, erhöht. Die Verwendung von Analysenmaterial, das bei 100^0 getrocknet ist, empfiehlt sich deshalb nicht, weil diese Sulfate schon bei 105^0 den weitaus größeren Teil ihres Wassers abgeben; eine ganz geringfügige Überschreitung der Trocknungstemperatur könnte die Verhältnisse in weit merklicher Weise be-

einflussen als die geringe Menge von Adsorptionswasser mechanisch nicht abtrennbarer Zersetzungsprodukte.

Bei der Berechnung des Analysenresultates auf die beiden Komponenten kommt dieser höhere Wassergehalt natürlich noch viel merklicher zum Ausdruck.

Dieser Berechnung wurde zugrunde gelegt:

Für $FeSO_4 . 7H_2O$		für $CuSO_4 . 7H_2O$	
FeO	25,85	CuO	27,84
SO_3	28,80	SO_3	28,02
H_2O	45,35	H_2O	44,14
	100,00		100,00

In dem blauen Pisanit vom Lading sind danach enthalten:

FeO	13,4	CuO	11,7
SO_3	15.0	SO_3	11,8
H_2O	23,6	H_2O	18,6
	52,0		42.1

Wenn man sonach vom FeO- und CuO-Gehalt ausgehend die vorliegende Mischung aus den beiden Komponenten berechnet darstellt, würde sich nachstehendes Verhältnis ergeben:

CuO	11,7
FeO	13.4
SO_3	26,8
H_2O	42.2
	94.1

Außer dem bereits erwähnten und begründeten Unterschiede im Wassergehalte ergibt sich auch eine Differenz in der SO_3-Menge. Diesen Unterschied halte ich allein in einem Analysenfehler begründet, der seine Erklärung ja auch in der geringen Substanzmenge findet, die mir zu Gebote stand.

Auf ein stöchiometrisches Verhältnis lassen sich Eisenoxydul und Kupferoxyd nicht zurückführen. Es liegt eine Mischung vor, die angegeben werden kann mit:

45 Kupfersulfat
55 Eisensulfat.

2. Das grüne Salz.

Die Dichtebestimmung ergab 1,941.

Zu dieser Analyse standen mir noch etwas geringere Mengen zu Gebote.

CuO	7,24
FeO	15,19
NiO	0,24
SO_3	24,11
H_2O	41,43
Unlösl.	11.31
	99,52

Die Nickelbestimmung erfolgte nach dem Verfahren von O. Brunck[1] mittels Dimethylgloxim, nachdem das Eisen vorher durch Natriumsuccinat ausgefällt und als Ferrihydroxyd getrocknet worden war.

Nach Abzug des unlöslichen Anteiles auf 100 umgerechnet kommt man zu folgenden Zahlen:

CuO	8,21
FeO	17,23
NiO	0,27
SO_3	27,33
H_2O	46,96
	100,00

Das Molekularverhältnis führt in gleicher Weise wie beim blauen Pisanit zum Verhältnis $(CuO, FeO) : SO_3 : H_2O = 1 : 1 : 7$.

Rechnet man nach dem Gehalte an FeO und CuO die einzelnen Sulfate, so ergeben sich folgende Zahlen:

FeO	17,2	CuO	8,2
SO_3	19.2	SO_3	8,3
H_2O	30.2	H_2O	13,0
	66.6		29,5

Die Zusammensetzung der entsprechenden Mischung wäre dann:

CuO	8,2
FeO	17,2
SO_3	27,5
H_2O	43,2
	96,1

Es ergibt sich auch hier wieder der gleiche Unterschied im Wassergehalt, der indessen dadurch, daß der Nickelgehalt bei der Berechnung keine Berücksichtigung gefunden hat, um ein kleines sich verringert. Dafür ergibt sich hier im Gegensatze zur Analyse am blauen Pisanit ein kleiner Überschuß an SO_3, der wiederum in einem Analysenfehler seine Erklärung finden kann.

Die Mischung aus den beiden Komponenten berechnet sich für das grüne Salz ungefähr zu:

31 Kupfersulfat
69 Eisensulfat.

In der nachstehenden Tabelle gebe ich eine Übersicht über die nunmehr bekannt gewordenen natürlichen Mischungen von Kupfersulfat (Boothit) und Eisensulfat (Melanterit). Ich benütze dazu eine Zusammenstellung von W. T. Schaller; die Analysen sind nach steigendem Kupfergehalte angeordnet:

[1] O. Brunck, Zeitschr. f. angew. Chemie. 1907. 1844.

	1	2	3	4	5	6
CuO	—	7,56	8,21	9,17	10,07	11,67
FeO	25,86	15,85	17,23	16,37	(16,15)	13,43
SO_3	28,80	30,74	27,33	29,00	28,84	28,18
H_2O	45,34	45,85	46,96	45.46	(44.94)	46,72
	100,00	100,00	100,00[1]	100,00	100,00	100,00

	7	8	9	10	11	12	13
CuO . . .	12,61	15,52	15,56	17,45	17.64	18,81	27,85
FeO . . .	14,14	12,14	10,98	10,18	9,62	8,51	—
SO_3 . . .	28,44	27,82	29,90	28,43	28.27	27,93	28,02
H_2O . .	44.81	44,52	43,56	43.94	44,47	44,75	44,13
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

1. Theoretische Zusammensetzung des Melanterits ($FeSO_4 . 7H_2O$).
2. Pisanit von Gonzales, Monterey Co., Kalifornien; analysiert von W. T. Schaller[2].
3. Pisanit vom Lading in Kärnten; analysiert von H. Leitmeier (diese Mitteilung).
4. Pisanit von Leona Heights, Alameda Co., Kalifornien; analysiert von W. T. Schaller[3].
5. Pisanit von der Grube Fenice bei Massa Marittima in Toscana, analysiert C. Hintze[4]. C. Hintze hat nur CuO und SO_3 bestimmt; FeO und SO_3 sind von W. T. Schaller berechnet.
6. Pisanit vom Lading, wie Analyse 3.
7. Pisanit vom Bingham-Minendistrikt in Utah; analysiert von W. F. Hillebrand[5].
8. Wie Analyse 4.
9. Pisanit aus der Türkei (ohne nähere Fundortangabe); analysiert von F. Pisani[6].
11. Grüner Pisanit (vom Autor Salvadorit genannt) von der Grube Salvador, Quetena bei Calama, Chile; analysiert von W. Herz[7].
12. Blauer Pisanit (Salvadorit) vom gleichen Fundort und vom gleichen Autor analysiert.
13. Theoretische Zusammensetzung des Boothit ($CuSO_4 . 7H_2O$).

Auch wenn man die anderen Analysen des Pisanites, wie sie im Obigen zusammengestellt sind, auf die einzelnen Sulfate berechnet, so ergibt sich aus den meisten dieser ein Wasserüberschuß; es

[1] Dazu 0,27 NiO.
[2] W. T. Schaller, Amer. Journ. 1904. **17**. 193.
[3] Derselbe. Bull. Dep. Geol. Univ. Calif. 1903. **3**. 191.
[4] C. Hintze, Zeitschr. f. Krist. 1878. **2**. 309.
[5] W. F. Hillebrand bei J. M. Boutwell, U. S. Geol. Surv. 1905. **220**. 105.
[6] F. Pisani, Compt. rend. hebd. Paris. 1859. **48**. 807.
[7] W. Herz, Zeitschr. f. Krist. 1896. **26**. 16.

bekommt beispielsweise SCHALLER für seinen Pisanit von Gonzales (Analyse No. 2) für Wasser den Molekularquotienten 7,18, während $CuO + FeO$ nur 0,89 ergeben. Wahrscheinlich ist dieser Umstand in einer Beimengung zersetzter Partien begründet und weiteres in der leichten Wasserabgabe, die ein Trocknen bei 100° nicht zuläßt.

Wie auch SCHALLER hervorgehoben hat, ist das Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten durchaus kein konstantes, und liegt kein Grund zur Annahme eines Doppelsalzes vor. Auf einen Umstand glaube ich indessen hinweisen zu sollen. Der kleinste Kupfergehalt aller dieser Analysen beträgt $7\frac{1}{2}$%, der kleinste Eisengehalt $8\frac{1}{2}$%. Ich habe die Melanteritanalysen alle durchgesehen, und in keiner ist ein nennenswerter Kupfergehalt verzeichnet. Es fehlen also Mischungen der einen Komponente (Fe-Sulfat) mit geringen Mengen der andern. Die bisher bekannten wenigen Boothit-Analysen verzeichnen einen wenn auch ganz geringen Eisengehalt. Es scheint also auch hier eine Lücke in der Mischungsreihe der natürlichen Verbindungen vorzuliegen, insoferne auf Grund der wenigen Analysen ein allgemeiner Schluß zulässig sein kann. In dem mittleren Teile aber ist die Reihe in der Natur vollständig vertreten.

Mit einer dieser erwähnten Lücke befinden sich die experimentellen Untersuchungen von J. W. RETGERS in Übereinstimmung. Aus seiner Untersuchung der monoklinen Reihe $CuSO_4 \cdot 7H_2O$—$FeSO_4 \cdot 7H_2O$ geht hervor, daß es gelingt, eine lückenlose Darstellung künstlicher Mischkristalle von der Komponente $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ bis zu Mischungen mit 53,17% $CuSO_4 \cdot 7H_2O$ als Grenzwert darzustellen. Es gelang aber nicht, die Reihe weiter gegen die andere Komponente hin auszudehnen, trotzdem die Verbindung $CuSO_4 \cdot 7H_2O$ experimentell dargestellt wurde. In dieser Richtung angestellte Versuche ergaben neben den monoklinen Mischkristallen der eben angegebenen Zusammensetzung nur trikline Mischkristalle des triklinen Sulfats $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ mit $FeSO_4 \cdot 5H_2O$ bis zu 5% des letzteren.

Also dürfte die an den natürlichen Pisaniten auftretende Lücke in der Nähe der Fe-Komponente vielleicht nur eine rein zufällige sein.

Die Zahlenwerte, die RETGERS angibt, sind die folgenden:

Gewichtsprozente

$CuSO_4 + 7H_2O$	$FeSO_4 + 7H_2O$
0	100
2,57	97,43
3,24	96,76
5,86	94,14
6,24	93,76
7,58	92,42
8,83	91.17

$CuSO_4 + 7H_2O$	$FeSO_4 + 7H_2O$
10,78	89,22
12.11	87,89
14,51	85.49
15,30	84,70
15,76	84,24
18,93	81,07
22,47	77,53
24,08	75,92
24,32	75,68
27,82	72,18
31,49	68,51
34.81	65,19
39,63	60,37
40,23	59.77
42,95	57,05
43.90	56,10
44,36	55,64
47,94	52,06
48,04	51,96
48,76	51,24
53,17	46,83
Grenzwert.	

Ich habe zum Vergleiche nicht die auf Komponenten umgerechneten Analysen der Pisanitvorkommen gebracht, weil sich bei dieser Umrechnung, wie bereits erwähnt, gezeigt hat, daß kleine Unstimmigkeiten im Wassergehalte bei den Analysen vorliegen, daß aber auch, abgesehen davon, bei der Komponentenberechnung fast niemals die Summe 100 herauskommt. Ob dieser Umstand auf Analysenfehler zurückzuführen ist, oder in der Zusammensetzung der Sulfate selbst gelegen ist, wage ich nicht zu entscheiden, halte aber das erstere als wahrscheinlicher. Ich verzichtete daher auf eine derartige Umrechnung der Analysen. Was im folgenden gezeigt werden soll, geht auch aus den bereits mitgeteilten Zahlen hervor. Diese von Retgers bei den künstlich dargestellten Mischkristallen erhaltene Lücke zwischen der an Kupfer reichsten Mischung, die 53,17 $CuSO_4 . 7H_2O$ enthielt, und der $CuSO_4$-Komponente stimmt mit der aus den Pisanitanalysen hervorgehenden Lücke nicht überein. Der letzten von Retgers dargestellten Mischung von 53,17 $CuSO_4 . 7H_2O$ und 46,83 $FeSO_4 . 7H_2O$ entsprechen 15% CuO und 12,4% FeO. Die in der Tabelle auf p. 326 unter 8 bis 12 angeführten Analysen fallen in diese Lücke. Zur Zeit, als Retgers seine Untersuchungen ausführte, war nur die Analyse No. 9 bekannt, die Pisani's — der Urpisanit —, einem nicht näher angegebenen Fundort der Türkei entstammend. J. W. Retgers fiel diese Abweichung

natürlich auf. Er führte sie auf eine schlechte Beschaffenheit des Pisani'schen Analysenmaterials zurück und dachte an inhomogenes Material. Dazu konnte er sich vollkommen berechtigt fühlen. Die ungenaue Fundortangabe erhöhte sicher diesen Verdacht. Daß der Pisanit kein Doppelsalz ist, wie Pisani es auf Grund seiner einzigen Analyse, die zufällig dem Verhältnisse $3\,CuSO_4 . 7\,H_2O : 2\,FeSO_4 . 7\,H_2O$ nahekam, annahm, hielt schon Retgers für unwahrscheinlich, und die Folgezeit hat seine Annahme bestätigt. Nunmehr ist aber die Zahl der Analysen ganz bedeutend gestiegen, die innerhalb diese Lücke fällt. Und namentlich kann man von einer Analyse, die ein so bewährter Analytiker wie Schaller ausführte, nicht annehmen, daß das Analysenmaterial nicht auf das sorgfältigste geprüft worden wäre.

Worin nun dieser Gegensatz zwischen natürlichem Vorkommen und synthetischem Produkt liegt, läßt sich zur Zeit nicht ergründen. Möglicherweise liegt der Grund in den verschiedenen Bildungsbedingungen. Den künstlichen Boothit, also das Kupfersulfat mit 7 Mol. Wasser, erhält man nach Lecoq des Boisbaudran (l. c.) nur, indem man in eine übersättigte Kupfersulfatlösung ein Kriställchen von Eisenvitriol einbringt. Und auch da bildet es sich nur in ganz unregelmäßigen Körnchen, so daß die Zugehörigkeit zum monoklinen System erst nach der Entdeckung des natürlichen Vorkommens — W. T. Schaller's Boothit — mit voller Sicherheit erkannt werden konnte.

Es ist nun nicht ganz unwahrscheinlich, daß auch Pisanite mit größerem Kupfergehalte, als dem Grenzwerte von Retgers entspricht, aus Kupfersulfatlösungen bei Gegenwart von Eisensulfat sich bilden.

Über die Genesis des Boothits selbst wird nichts Näheres mitgeteilt und es wird sich aus seinem Auftreten auch nicht weiter auf die Art seiner Bildung schließen lassen. Der Boothit kommt in Leona Heigths zusammen mit Eisensulfat vor, und es ist daher durchaus im Bereiche der Möglichkeit, daß Beziehungen zwischen den synthetischen Versuchen von Lecoq des Boisbaudran und dem natürlichen Vorkommen des Boothits bestehen.

Die Bedingungen zur Bildung derartiger Mischsalze in der Natur sind auf allen sulfidischen Lagerstätten, die Eisen- und Kupfererze führen, gegeben, ihre Bestandteile führen ja die Grubenwässer. Da aber diese Sulfate sich schon an der Luft zersetzen, so sind derartige Bildungen wohl meist von kurzer Lebensdauer; dies wird wohl auch hauptsächlich ein Grund sein, warum Pisanitvorkommen verhältnismäßig so selten beschrieben worden sind.

Aber auch eine gewisse praktische Bedeutung für den Bergmann kann das Auftreten von Pisanit besitzen. Unser wichtigster und vor allem häufigster Kupferträger ist ja der Pyrit, und Pyrite, die auch nur einen verhältnismäßig geringen Kupfergehalt besitzen,

kommen als abbauwürdig in Betracht. Es wird nun das Auftreten der blauen Pisanitkristalle darauf aufmerksam machen, daß der Pyrit Kupfer enthält, d. h. daß ein Kupfersulfid gemeinsam mit dem Pyrit (oder Magnetkies) vorhanden ist. Das Auftreten von Pisanit wird anzeigen, daß die betreffende Lagerstätte zur Kupfergewinnung überhaupt in Betracht kommen kann.

Die Farbe und die Dichte der Pisanite. Bei vielen analysierten Pisaniten — und nur solche können hier in Betracht kommen — fehlt die Angabe der Färbung des Materiales. Ich finde die folgenden Angaben:

Der Pisanit vom Lading mit 8,21 CuO ist grün; anal. von mir.
Derselbe aber mit 11,67 CuO ist hellblau wie Kupfervitriol.
Pisanit von Bingham mit 12,61 CuO ist hell-himmelblau; anal. von Hillebrand.
Der türkische Pisanit mit 15,36 CuO ist blau wie das gewöhnliche Kupfervitriol; anal. von Pisani.
Der Pisanit von Salvador mit 17,64 CuO ist bläulich grün; anal. von Herz.
Der vom selben Fundort mit 18,81 CuO ist blau; anal. wie der vorige.
Der Boothit ist blau, der Melanterit grün.

Die Angabe der Farbennuance ist sehr abhängig von subjektivem Farbenempfinden, auf dessen große Verschiedenheit nicht genug hingewiesen werden kann; bei den obigen Angaben handelt es sich aber doch um viel weitgehendere Verschiedenheiten, die durch derartige Unsicherheiten in der Angabe der Farbe nicht erklärt werden können. Pisanit mit CuO von 11% bis ca. 16% soll blau sein, einer mit 17½ jedoch soll grün gefärbt sein, während einer mit fast 19 wieder blau ist. Dies ließe sich nur auf zwei Arten erklären. Entweder daß der CuO-Gehalt von 18,81% einem Doppelsalze angehört, das ungefähr der Formel $FeCu_2(SO_4)_3 . 21 H_2O$ entspricht, oder daß die Analyse nicht richtig ist. Der Analytiker W. Herz scheint auch der ersteren Ansicht gewesen zu sein, denn er gab seinem Sulfat einen neuen Namen und nannte es Salvadorit. Hier kann eine Neuanalyse des Sulfates von der Grube Salvador Klarheit schaffen. Am wahrscheinlichsten halte ich eine unrichtige Angabe der Farbe.

Leider macht auch Retgers über die von ihm künstlich dargestellten Pisanite keine näheren Angaben über die Farbe der einzelnen Mischungen. Er sagt nur, daß sich die monoklinen Mischkristalle mit $7 H_2O$ durch ihre viel blässer grünlichblaue Färbung von den triklinen rein- und dunkelblauen Mischkristallen der Pentahydrate (die aber nur bis 5,12% $FeSO_4 . 5 H_2O$ enthalten) unterscheiden.

Das spezifische Gewicht des Pisanites scheint an analysiertem Material selten bestimmt worden zu sein.

Für reinen Boothit gibt SCHALLER 2,1 an,
„ 15,52 CuO ist die Dichte nach SCHALLER 1,8—1,9,
„ 11,67 CuO nach meinen Bestimmungen 1,950,
„ 8,21 CuO nach meiner Bestimmung 1,941.

Für Melanterit, also reines Ferrosulfat-Heptahydrat kommen nur Bestimmungen in Betracht, die noch andere Metalle enthalten, so z. B. wurde vom Melanterit von Idria von V. v. ZEPHAROVICH[1] 1,79 angegeben; dieses Sulfat enthält aber nach der analytischen Untersuchung noch 4,60 MgO. Genauer ist daher 1,899, die Angabe von RETGERS[2] am künstlichen Salze. Wenn man danach, also nach den Zahlen von RETGERS und SCHALLER, an den beiden Komponenten die Dichte des blauen Pisanites vom Lading, der aus 45% Kupfersulfat und 55% Eisensulfat besteht, rechnet, so erhält man für dessen spezifisches Gewicht 1,990, während ich 1,941 bestimmte.

Legt man dagegen meine Bestimmung am blauen Ladinger Pisanit zugrunde, so erhält man aus 1,899 für das reine Eisensulfat (nach RETGERS) und aus 1,950 für eine Mischung von 45 Cu-Sulfat und 55 Fe-Sulfat 2,010 für das reine Kupfersulfat.

Aus diesem Werte von 2,010 für das reine Cu-Sulfat und der RETGERS'schen Bestimmung von 1,899 für das Eisensulfat würde man dann für die Mischung von 69 Fe-Sulfat und 31 Cu-Sulfat 1,932 errechnen, während ich durch Bestimmung mittelst Methylenjodid-Benzol 1,941 fand.

Umgekehrt rechnet man aus der letztgenannten Mischung von 69 Fe-Sulfat und 31 Cu-Sulfat, für die ich 1,941 durch Bestimmung fand, und aus dem von RETGERS experimentell ermittelten Werte für das Eisensulfat (1,899) das spezifische Gewicht für das Cu-Sulfat, so erhält man 2,035. Daraus und aus der RETGERS'schen Zahl die Mischung von 45 Cu-Sulfat und 55 Fe-Sulfat berechnet ergibt sich 1,960, während ich durch Bestimmung 1,950 fand.

Da diese Werte bessere Übereinstimmung zeigen, so wird der für den Boothit errechnete Wert genauer sein, als der von SCHALLER ermittelte.

Nimmt man das Mittel aus den beiden so errechneten Werten, so bekommt man für $CuSO_4 . 7H_2O$ das spezifische Gewicht von 2,02.

Mineralogisches Institut der Universität Wien.

---

[1] V. v. ZEPHAROVICH, Zeitschr. f. Krist. etc. 1880. **4**. 106.

[2] J. W. RETGERS, Zeitschr. f. physik. Chemie. 1889. **3**. 289. Zeitschr. f. Krist. 1891. **19**. 623.

Über Dinosaurier.

Von Dr. **Franz Baron Nopcsa.**

Mit 11 Textfiguren.

2. Die Riesenformen unter den Dinosauriern.

Keine einzige Eigenschaft der Dinosaurier hat seit der Zeit ihrer Entdeckung mehr die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt als deren Größe. Unbefriedigende Erklärungsversuche sind mehrfach gegeben worden; meist leiden diese Erklärungsversuche, wie z. B. bei Branca's Fall (65), daran, daß die betreffenden Erklärer der Physiologie fernestehen. Es war selbstverständlich, daß sich beim Studium der außergewöhnlichen Körpergröße der Dinosaurier die Aufmerksamkeit auch auf das sonstige Vorkommen außergewöhnlich großer Körper im Tierreiche richten mußte, und dies führte dann naturgemäß zum Studium des Riesenwuchses beim Menschen. Die Daten über Riesenwuchs und Ähnliches beim Menschen sind zusammen mit der ausgedehnten Literatur über dieses Thema in letzterer Zeit mehrfach, so von Biedel (18) und Falta (25) und früher schon von Sternberg (56) zusammengestellt worden; leider konnte jedoch von der Literatur nur ein Bruchteil, allerdings der wesentlichste, verwendet werden.

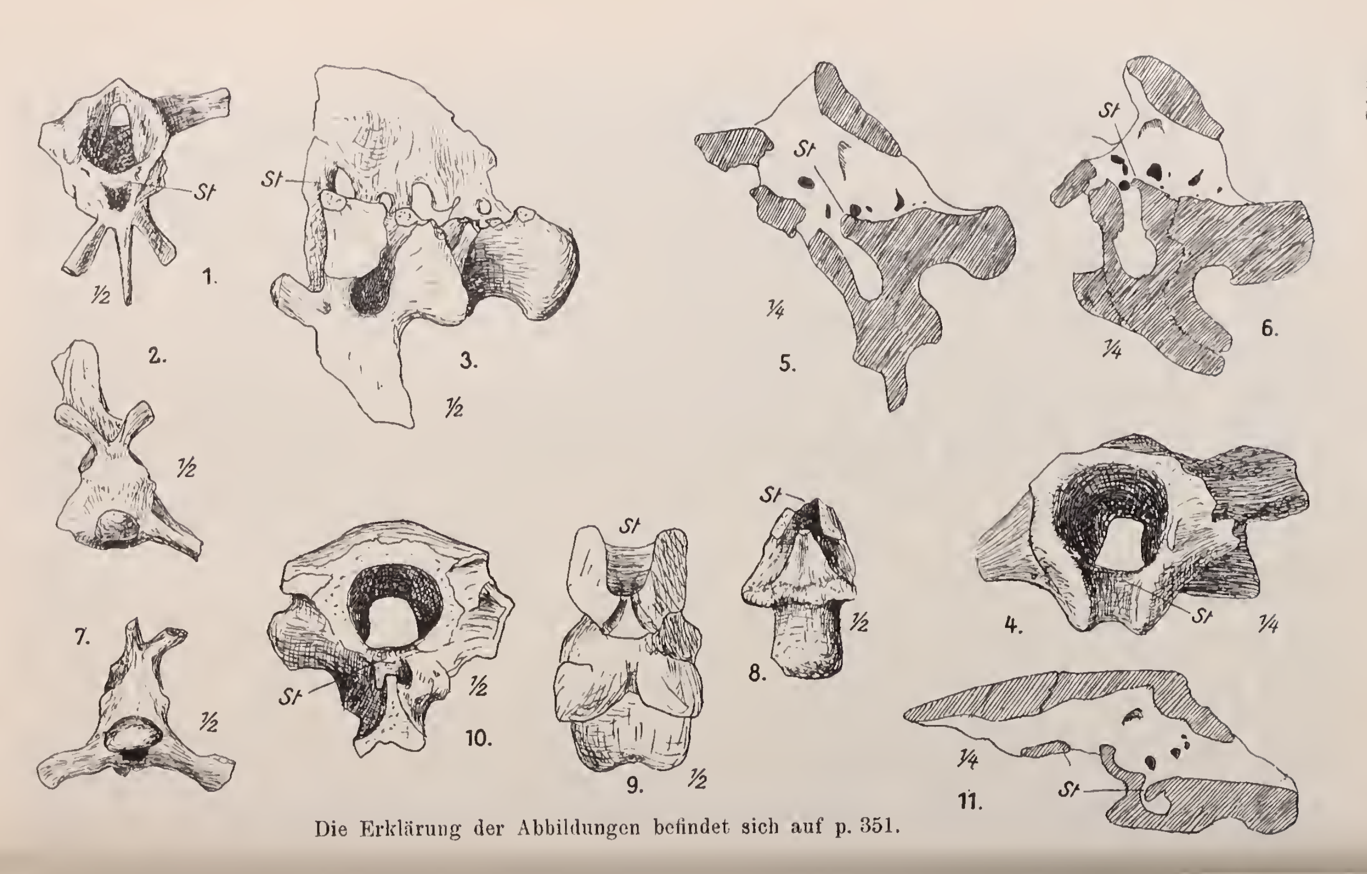
Beim Menschen kann man verschiedene Ursachen des Riesenwuchses unterscheiden. Jene abnormen Knochen- resp. Körpervergrößerungen, die mit ausgesprochener Mißbildung oder Verkrümmung der Knochen einhergehen oder als Folge von Syphilis auftreten u. dgl. (28, 55), können wir außer acht lassen, wir brauchen uns daher nur um jenen regelmäßigen Riesenwuchs zu kümmern, bei dem die Funktion der mechanische Arbeit verrichtenden Körperteile nicht gestört wird. Vor allem läßt sich besonderer Hochwuchs bis 200 cm als Folge einer vor der Pubertät vorgenommenen Kastration erkennen (**15, 19, 53**). Dieser abnorme Wuchs kommt durch Längenwachstum der langen Röhrenknochen zustande, deren Epiphysenfugen eine abnormal lange Zeit offen bleiben (**53**). Auch am Schädel verzögert sich der Verschluß der Nähte, bei Menschen und Tieren wächst auch die Hypophyse (**26, 27**, 59), ein auffallendes Größerwerden des Schädels ist aber nicht bemerkbar (15), im Gegenteil, er scheint klein zu bleiben. Das ganze Skelett bleibt schlank und grazil (**15, 24**). Die langen Röhrenknochen sind zart, alle Muskelansätze, sowie die Muskulatur des ganzen Körpers sind wenig entwickelt. Der Rumpf ist wenig entwickelt und es bleibt der Körper teilweise (z. B. in bezug auf Becken, Kehle und Behaarung) auf einer infantilen Stufe. In der weiteren Umgebung der Geschlechtsteile und bei den Mammae, dann noch seitlich an den oberen Augenlidern sind in der Regel

abnorme Fettansammlungen bemerkbar (59, 60). Bei verschiedenen Säugetieren werden infolge frühzeitig vorgenommener Kastration die Extremitätenknochen nicht nur relativ länger, sondern auch relativ schwerer (19), die Rumpfknochen und z. T. auch die Schädelknochen leichter.

Ganz ähnliche, nur weniger markante Symptome wie bei Frühkastraten finden wir beim angeborenen oder ohne Kastration erworbenen Eunuchoidismus (60), der ja, wie schon der Name besagt, stets mit einer Inferiorität der Geschlechtsdrüsen einhergeht resp. von ihr abhängt. Namentlich ist, was uns am meisten interessiert, auch hier ein langdauerndes Offenbleiben der Epiphysen der langen Röhrenknochen konstatierbar. Wegen der Ähnlichkeit des Eunuchoidismus mit dem Kastratentum kann dieser Hinweis genügen und wir können daher weitere Arten der abnormen menschlichen Körpervergrößerung besprechen.

Eine dieser Arten der Körpervergrößerung scheint sich im Gegensatze zum Kastratentum mehr oder weniger unabhängig von den Geschlechtsdrüsen zu entwickeln. Es ist dies jene Art der Körpervergrößerung, die man als Akromegalie bezeichnet. Ob zwar durch die Akromegalie häufig kein direkter Riesenwuchs der Körperknochen erzielt wird, ist deren Besprechung für das Verständnis des eigentlichen normalen Riesenwuchses beim Menschen doch sehr nötig. Manchmal ist vor dem Auftreten der Akromegaliesymptome eine Wachstumsteigerung bemerkbar. Die Akromegalie äußert sich zunächst in einem Anschwellen der Weichteile der Nase, der Lippe, der Zunge, des Unterkiefers, namentlich aber der Hände und Füße, dann geht mit diesem Anschwellen eine Veränderung der Hand- und Fußknochen einher, wobei zuweilen, und zwar vorwiegend an Rumpf und Schädel, Osteophytenbildung (35) eintritt, die Oberfläche der Knochen wird rauh, die Gefäßfurchen werden vertieft (56), die Muskelansätze stark vergrößert (56), an den Enden der Metatarsal-, Metacarpal- und Phalangen-Knochen machen sich Verdickungen bemerkbar, die Finger und Zehen rücken daher auseinander und die Hände und Füße bekommen ein tatzenartiges Aussehen (18). Am Schädel werden die pneumatischen Räume vergrößert (16), der Jochbogen wird verdickt, der Unterkiefer wird stark vergrößert (16) und die Zähne rücken in extremen Fällen auseinander. Mit diesen Symptomen geht das Zunehmen einer abnorm starken Behaarung einher (25). Die generativen Funktionen werden erst beim Fortschreiten der Krankheit vermindert (21, 37, 39).

Die Ursache der Akromegalie ist stets in einer (durch ein Adenom bewirkten [31]) temporären Hyperfunktion der Hypophyse gelegen (29); die Hypophysengrube ist dementsprechend stets vergrößert (39) und vertieft und der Boden der Sattelgrube verdünnt. Da die Akromegalie meist erst zwischen



Die Erklärung der Abbildungen befindet sich auf p. 351.

dem 20. und 40. Lebensjahr, also nach Verschluß der Epiphysenfugen der Röhrenknochen auftritt, wird durch sie das Größenwachstum der betroffenen Individuen nicht beeinflußt.

Durch operatives Entfernen von Hypophysenpartien sind bei dieser Krankheit Heilerfolge erzielt worden (50, 51, 57). Wichtig scheint, daß Fälle von hereditärer Akromegalie bekannt wurden (17, 30).

Nun gehen wir auf den eigentlichen Riesenwuchs, den Gigantismus über; diese Art der abnormen, durch jugendliches Wachstum hervorgerufenen Körpervergrößerung des Menschen charakterisiert sich dadurch, daß bei ihr anfänglich die Körperproportionen gar nicht gestört werden. Biedl faßt diesen Riesenwuchs, den er, anderen Verfassern folgend, den infantilen Gigantismus nennt (18), als Akromegalie jener Individuen auf, deren Epiphysenknorpel nicht verknöchert sind (20), weshalb dann nicht nur ein Dickerwerden, sondern auch Längenwachstum der Knochen eintritt, und er meint, jeder infantile Riese wird, wenn er so lange lebt, bis seine Epiphysen verknöchern, akromegal werden (18, 20), was ja häufig eintritt.

Falta (25) vergleicht den infantilen Riesenwuchs, da bei Riesen die generativen Funktionen häufig vermindert sind, mit dem eunuchoiden; er meint, am infantilen Riesenwuchs seien außer der Hypophyse auch andere Blutdrüsen beteiligt. Der infantile Riesenwuchs betrifft nach Biedl in erster Linie die Extremitäten (18), namentlich die hinteren, der Rumpf ist bei der Größenzunahme nur in geringem Maße beteiligt, der Hirnschädel erscheint oft im Vergleiche zum ganzen Körper geradezu klein (42). Die Knorpel an den Epiphysen-Diaphysengrenzen persistieren (20) und es zeigt sich überhaupt mangelhafte Verknöcherung der Nähte, daher das exzessive Wachstum. Die relative Stärke der Knochen ist normal. Zu diesen Symptomen treten bei zunehmendem Alter häufig die für Akromegalie charakteristischen Veränderungen der Knochen. Die Hypophyse der Riesen ist fast immer vergrößert (18, 21, 42).

Die allgemeine Widerstandskraft des Körpers der Riesen ist eine geringe, meist folgt auf die rapide Entwicklung ein ebenso rapider Verfall der Kräfte (39, 43). Die geringe Widerstandsfähigkeit des Organismus der Riesen manifestiert sich darin, daß sie zumeist in relativ jugendlichem Alter (20—22 Jahren) akzidentellen Erkrankungen erliegen. Riesen erreichen daher nur selten ein höheres Alter (39). Eine besondere Fettablagerung ist beim Gigantismus nicht bemerkbar.

Abgesehen von infantilen Riesen mit verminderten geschlechtlichen Funktionen sind, allerdings selten, auch Riesen mit normalem Geschlechtsleben bekannt geworden (21, 37). Es scheint daher, als ob oft bei einem und demselben Individuum eunuchoider Riesenwuchs mit akromegalem Hand in Hand einhergehen würde.

Betreffs der weiteren Details beim Riesenwuchs sei auf die angeführte Literatur gewiesen. Fischer's Arbeit (29) gibt in bestechender Weise über die bei dem Eunuchentum auftretende Fettsucht, ferner darüber Aufschluß, welche Rolle der hintere Teil der Hypophyse bei dem mit Riesenwuchs und Akromegalie einhergehenden Erlöschen der Geschlechtsfunktionen zu spielen scheint[1]. An dieser Stelle interessiert uns weniger das Geschlechtsleben der an Hyperpituitarismus leidenden Individuen als deren Knochenbau.

Da der abnorme Wuchs der Kastraten bei der Beurteilung des Riesenwuchses der Dinosaurier naturgemäß nicht in Betracht kommt und dasselbe wohl auch für die rein eunuchoide Körpervergrößerung zutrifft, brauchen wir uns um den Riesenwuchs dieses Typuses im folgenden weiter nicht zu kümmern, wir konzentrieren daher unsere Aufmerksamkeit auf jene Formen des Riesenwuchses, die mit der Vergrößerung der vorderen drüsigen Hypophysenpartie begleitet werden, respektive von ihr ausgehen.

Der bei Akromegalen und Giganten in Betracht kommende drüsige Teil des Hypophysebläschens entwickelt sich bei Säugetieren und Reptilien in der Ontogenie gleichartig aus einer hirnwärts gerichteten Aussackung der primitiven Mundhöhle, die sich infolge der Ausbildung der korpeligen Schädelbasis von der Mundhöhle abschnürt. Details über die Hypophysenentwicklung scheinen an dieser Stelle nicht nötig, ich weise auf Woerdeman's Arbeit, die auch die diesbezügliche Literatur anführt (63).

Der Weg, welchen die Hypophyse während ihrer Enwicklung zurückgelegt hat, wird beim Menschen in gewissen Ausnahmsfällen, z. B. bei Fällen von Akromegalie, durch einen den Keilbeinkörper durchsetzenden knöchernen Kanal, den Canalis craniopharyngeus bezeichnet (46, 54). Der Grad der Entwicklung dieses Kanals ist bei den verschiedenen Säugetieren verschieden (45). Beim Menschen sind in dieser Zone häufig vom Rachendach bis zur Hypophyse selbst emporreichende Stücke von Hypophysengewebe konstatierbar, ja in einem Falle von Akromegalie ist ein Tumor so eines Geweberestes bei sonst normaler Hypophyse der Ausgangspunkt der Akromegalie geworden (18). Wir erkennen aus dieser Schilderung die Wichtigkeit der gegen den Rachen ziehenden menschlichen Hypophyse und wollen nun deshalb dieses Organ auch bei den Dinosauriern betrachten.

---

[1] Adenome des drüsigen Hypophysenteiles bewirken Akromegalie; mechanischer, durch einen beliebigen Hirntumor ausgeübter Druck auf den rückwärtigen nervösen Teil der Hypophyse jedoch Dystrophia adiposogenitalis, d. h. mit Fettsucht einhergehendes Schwinden der Geschlechtsfunktion. Während der Schwangerschaft sind bisweilen akromegaloide Symptome bemerkbar, die später wieder verschwinden.

Obzwar wir nichts darüber wissen, wie weit die Glandula pituitaria bei diesen Tieren die Fossa pituitaria füllte, müssen wir uns von der Annahme leiten lassen, daß eine große Fossa pituitaria auf eine große Glandula pituitaria hinweist.

Eine genaue Angabe des Raumgehaltes der Hypophyse im Verhältnis zum Raumgehalt des Hirnes ist leider noch bei keinem einzigen Dinosaurier möglich, den folgenden Angaben fehlt daher die mathematische Präzisität, doch läßt sich die Tatsache, ob eine Hypophyse im Verhältnisse zum Hirn groß oder klein sei, auch mit dem Auge schätzen. Namentlich gibt die größere oder geringere Breite der Sella turcica eine gute Handhabe bei der Beurteilung dieser Frage.

Raummangel nötigt, die Schilderung der Hypophyse der einzelnen Dinosaurier, die wir mit jener der bis in die Trias zurückreichenden Saurischia einleiten wollen, möglichst kurz zu fassen.

I. **Saurischia.** Wir beginnen mit den Theropoden.

1. *Thecodontosaurus.* Zeichnungen und Photographien der Schädelbasis dieses Tieres sind von Huene (77, 78) mehrfach publiziert worden. Die Schädelbasis ist gegen das Parasphenoid hin stark verschmälert, die Hypophyse ist dementsprechend schmal, sie reicht nicht sehr tief und auf ihre geringe Breitenentwicklung weist bei der Basalansicht des Schädels schon die dreieckige gegen die Hypophysenregion spitz zulaufende Form der Schädelbasis. Da die Fig. 1 die Größe der Hypophyse klar zeigt, ist eine weitere Erörterung nicht nötig.

2. *Plataeosaurus.* Ein anderer Triasdinosaurier, dessen Hypophyse uns bekannt ist, ist *Plataeosaurus* (77). Im Gegensatze zu *Thecodontosaurus* hat hier die Schädelbasis zwischen Condylus und Parasphenoid fast rechteckigen Umriß. In der Lateralansicht (Fig. 3) sieht man, wie sich der hintere Teil der Hypophyse ziemlich tief in den Körper des Keilbeines hinabsenkt. Die Tiefe der Hypophyse entspricht ungefähr der halben Länge der Hirnbasis von der Sella turcica bis zum Foramen magnum. In der Vorderansicht zeigt sich, daß die Sella turcica bei *Plataeosaurus* breit ist, die Hypophysengrube war daher allem Gesagten zufolge groß und geräumig.

3. *Streptospondylus.* Als ich in 1902 *Streptospondylus* in aller Eile untersuchte [1], da fand ich, daß auch hier die Schädelbasis rechteckig und die Sella turcica breit sei, ein besonderes Herabsenken der Hypophyse in den Keilbeinkörper war aber nicht bemerkbar. Schon damals betonte ich, daß eine Ähnlichkeit zwischen dem Bau der Hypophyse dieses Tieres und jenem der Hypophyse des noch zu besprechenden *Orthomerus* existiere.

---

[1] Dies erklärt das Unterlaufen der von Huene (77) betonten Fehler.

4. *Megalosaurus*- Unter dem Namen *Megalosaurus* hat Huene (76) einen Schädelrest beschrieben, der durch eine große, tiefe, breite Hypophyse charakterisiert ist. Sie zeigt breiten rechteckigen Hintergrund und ist im Verhältnisse zum Hirnraum ganz bedeutend entwickelt. Leider ist zwar die untere Begrenzung dieser Grube nicht vorhanden, da aber auch so ein Vergleich mit *Thecodontosaurus* lehrreich scheint, ist eine Reproduktion dieses Restes in Fig. 4 gegeben.

5. *Tyrannosaurus*. Der einzige cretacische Vertreter der Theropoden, über dessen Hypophyse einiges bekannt wurde, ist *Tyrannosaurus*, und zwar sind die diesbezüglichen spärlichen Daten in Osborn's reich illustrierter Arbeit (86) enthalten. Interessanterweise fehlt bei *Tyrannosaurus* eine vordere knöcherne Umgrenzung des Pituitariums. In der Unteransicht erinnert die Basis cranii von *Tyrannosaurus* stark an jene von *Plataeosaurus*, nur senken sich die Tubera basipterygoidea viel stärker abwärts. Osborn hat auf die große Ähnlichkeit der Schädelbasis von *Tyrannosaurus* mit jener von *Diplodocus* gewiesen.

Da ein Abwärtssenken der basipterygoiden Apophysen, wie wir später sehen werden, in der Regel mit einer Senkung der Hypophyse zusammenfällt, können wir annehmen, daß sich beim cretacischen *Tyrannosaurus* die Hypophyse gleichfalls tiefer hinabsenkte als beim triadischen *Plataeosaurus*. Ob ein offener Canalis craniopharyngeus persistierte, muß dahingestellt bleiben. Möglicherweise war die Hypophyse ebenso groß wie bei den noch zu besprechenden Sauropoden und vielleicht ist die mangelnde Verknöcherung der Hypophysenbasis mit ihrer starken Entwicklung und mit ihrem Hinabsinken in Zusammenhang zu bringen.

6. Sauropoda. Da nur wenig über den Schädelbau der hochspezialisierten und nichts über jenen der primitiven Vertreter dieser Unterordnung bekannt ist, ist es hinreichend, die Hypophyse aller Sauropoden summarisch zu besprechen. Mit Ansichten von Längsschnitten sauropoder Schädel sind wir hinlänglich versehen; solche sind von Huene (79) und Osborn (86) publiziert worden. Was bei beiden bisher bekannten Längsschnitten sauropoder Schädel ohne weiteres auffällt, ist die Größe des Pituitarium. Die Tiefe des Pituitarium erreicht in beiden Fällen fast dieselbe Dimension wie die Länge der Medula oblonga von der Sella turcica bis zum Foramen magnum, ja bei Atlantosauriden steht das Pituitarium durch das Keilbein hindurch mit der Rachenhöhle in Verbindung (80). Ein enger Canalis craniopharyngeus wird auch bei den Morosauriden angeführt[1]. Um die ungeheure Entwicklung und die taschen-

[1] Die ähnliche Bildungen behandelnden Arbeiten von Dollo (bei Mosasauriern) und Andrews (bei Ichthyosauriern) u. a. fallen außerhalb des Rahmens dieser Notizen.

artige Aushöhlung des Pituitariums dieser Tiere, namentlich des *Camarasaurus*, klar zu demonstrieren, halte ich es für angezeigt, die diesbezüglichen Abbildungen HUENE's (Fig. 6) und OSBORN's (Fig. 5) vereinfacht zu reproduzieren: dies sagt mehr als eine ausführliche Beschreibung.

II. **Orthopoda.** Nach der Besprechung der Saurischia gehen wir nun auf die Orthopoden über. Wir beginnen mit den Ornithopoden. Schädel triadischer Ornithopoda sind leider noch immer ein Desideratum. Erst aus dem Wealden ist ein primitiv gebauter ornithopoder Dinosaurier, nämlich *Hypsilophodon*, bekannt, über dessen Hypophysenbau wir einiges erschließen können.

7. *Hypsilophodon.* Die Größe der Hypophyse dieses für die Wealdenformation als Relikt zu bezeichnenden Tieres läßt sich aus der Struktur seiner Schädelbasis erkennen. Diese ist, worauf ich schon in 1905 aufmerksam machte (83) und wie dies auch aus einem Vergleiche von Fig. 2 und Fig. 7 hervorgeht, völlig nach dem Typus *Theeodontosaurus* gebaut, und da sich bei *Hypsilophodon* auch der Körper des Basisphenoids bei den basipterygoiden Apophysen nicht verdickt, können wir kaum ein tieferes Pituitarium erwarten: wir sind genötigt, eine ähnliche Hypophyse anzunehmen wie bei *Theeodontosaurus*.

8. *Rhabdodon.* Hinlänglich sind wir über das Pituitarium bei *Rhabdodon* und dem nahe verwandten *Camptosaurus* unterrichtet. Die Hypophyse von *Rhabdodon* (82) und *Camptosaurus* (69) ist schmal und klein, die Sella turcica ist gleichfalls schmal, die Hypophyse senkt sich nur wenig in den Knochen. Wie schon 1905 erwähnt wurde, erinnert die Hypophyse, wie überhaupt das ganze Basioccipitale und das Basisphenoidale dieser Tiere stark an die nämlichen Knochen der Parasuchier[1], wogegen die Pseudosuchier eher an den *Theeodontosaurus-Hypsilophodon*-Typus gemahnen.

Die Ansicht eines Pituitariums so eines *Rhabdodon*-Schädels ist in Fig. 8 gegeben, man konstatiert leicht, daß es kleiner war als bei *Plataeosaurus*.

9. *Iguanodon.* *Iguanodon* unterscheidet sich von *Rhabdodon* in einer beträchtlichen Anzahl von Punkten. Die Schädelbasis ist vorne breiter, die Hypophyse geräumiger und senkt sich tiefer in das Basisphenoid als in der vorhergehenden Form. Die Abbildung von ANDREWS (64) zeigt die Verhältnisse mit wünschenswerter

---

[1] Was ich l. c. *Gresslyosaurus* nannte, entpuppte sich später als mit *Gresslyosaurus* zusammen gefundener Schädelrest eines Belodontiden; der damals *Zanclodon* genannte Rest ist jener, der später von HUENE als *Plataeosaurus* beschrieben und als solcher in den vorhergehenden Zeilen besprochen wurde. Weshalb er 1905 noch *Zanclodon* genannt wurde, ist aus HUENE's Arbeit über die Nomenklatur der triadischen Theropoden zu entnehmen (dies. Centralbl. 1905).

Klarheit. Im Text erwähnt Andrews, daß die Hypophyse auffallend groß sei.

10. *Orthomerus.* Stärker als bei *Iguanodon* ist die Hypophyse bei *Orthomerus* entwickelt (82). Die Schädelbasis ist bei den basipterygoiden Apophysen fast gleich breit wie zwischen dem Condylus und den Tubera basioccipitalia, die Sella turcica ist dementsprechend breit, die Hypophyse liegt in einer geräumigen kubischen Höhle.

Es fällt nicht schwer, die Ähnlichkeit zwischen diesem in Fig. 9 abgebildeten Hypophysentypus und jenem von *Platacosaurus* (Fig. 3) zu entdecken.

11. Thyreophora. Trotz der zahlreichen Genusnamen fehlt uns in dieser Unterordnung dennoch das Material, um die kontinuierliche Entwicklung der Hypophyse innerhalb der einzelnen Familien, nämlich Stegosaurididae, Acanthopholididae und Ceratopsididae auch nur annähernd zu vergleichen.

Bei den Acanthopholididae verjüngt sich, wie *Struthiosaurus* (Fig. 10) zeigt (87), das Basisphenoid gegen vorne, die Sella turcica ist klein, auch senkt sich das Pituitarium nur unbedeutend in den Knochen. Durch seine beiden, erst bei den Ceratopsiden wieder bemerkbaren Röhren oberhalb des eigentlichen Schädeldaches zeigt sich der Schädel von *Ankylosaurus* von jenem von *Struthiosaurus* fundamental verschieden, über seine Hypophyse ist aber bisher nichts bekannt geworden. Bei *Stegosaurus* (Fig. 11) ist das vordere Ende des Basisphenoids breit, aber die Hypophyse nicht übergroß oder geräumig (70), bei *Anchiceratops*, der eine Zwischenstellung zwischen *Monoclonius* und *Triceratops* einnimmt, ist die Hypophyse, wie die Abbildung Brown's im Bull. Amer. Mus. Nat. hist. von 1914 zeigt, gut entwickelt, aber nicht besonders stark in den Knochen eingesenkt. Nach den Abbildungen zu schließen, scheint dieses Organ hier ungefähr die nämliche Größe zu haben wie in *Stegosaurus.* Bei *Triceratops* ist die Hypophyse, wie aus Hatcher's Monographie (71) und anderen Arbeiten hervorgeht, ungefähr gleich stark entwickelt. Sonst ist über die Ausbildung der Hypophyse bei den Dinosauriern nichts bekannt geworden.

Bekanntermaßen sind die Sauropoda die größten Formen unter den Dinosauriern, und da sie nun, wie wir gesehen haben, auch die größten Hypophysen haben, verlohnt es sich, die Körpergröße der übrigen bisher erwähnten Dinosaurier mit deren Hypophysengröße zu vergleichen.

Wir beginnen wieder mit den Theropoden. *Thecodontosaurus* ist, wie wir durch Huene's Arbeiten wissen, viel kleiner, dabei schlanker und zarter gebaut als *Plataeosaurus*; der möglicherweise ausgewachsene Pariser *Streptospondylus* war kleiner als *Megalosaurus*, allerdings auch kleiner als die großen Plataeosauriden, *Tyrannosaurus* war Osborn's Angaben zufolge noch größer als *Megalosaurus.*

Die ungeheuere Körpergröße von *Diplodocus* und *Camarasaurus* braucht kaum noch einmal hervorgehoben zu werden. Da *Thecodontosaurus* am Anfange der über die Plataeosauriden zu den Sauropoden führenden Entwicklungsreihe liegt (79), ist ein direkter Vergleich dieser drei Formen ebenso gestattet wie jener von *Streptospondylus* und *Megalosaurus*. Es zeigt sich also, daß bei den Saurischiern im gleichen Phylum in drei Fällen mit einer Zunahme der Körpergröße und der Verdickung der Knochen eine Zunahme der Hypophyse, nicht aber eine Vergrößerung des Schädels oder Hirnes Hand in Hand geht.

Nun gehen wir, da die Orthopoden und die Saurischier sehr viele gemeinsame Merkmale haben, weshalb wir sie ja eben als Dinosaurier zusammenfassen und da man daher auch in bezug auf die Hypophyse eine Übereinstimmung erwarten kann, auf die Orthopoden über.

Wegen Mangel an Vergleichsmaterial ist bei den Thyreophora das Aufstellen einer Korrelation zwischen Hypophyse und Körpergröße noch nicht recht möglich; auf die Tatsache nämlich, daß in dieser Unterordnung der kleine *Struthiosaurus* möglicherweise eine etwas kleinere Hypophyse hat als die großen Formen anderer Familien, darf man kein allzu großes Gewicht legen. Besser steht die Sache bei den Ornithopoda. Hier müssen wir die Familie Kalodontidae Nopcsa und Trachodontidae trennen. *Hypsilophodon* mit seiner flachen, vorne verschmälerten Schädelbasis ist der kleinste Ornithopode, *Camptosaurus* und *Rhabdodon* sind schon bedeutend größer und *Iguanodon* ist wieder größer als diese Formen. Von *Rhabdodon* und *Camptosaurus* wissen wir nun positiv, daß sie kleinere Hypophysen hatten als *Iguanodon*.

Eine Ausnahme von der auf diese Weise schon bei mehreren Dinosauriern festgestellten Regel, daß eine große Hypophyse mit großem Körperbau einhergeht, scheint *Orthomerus* zu bilden, denn die relative Größe der Hypophyse ist bei diesem Tiere bedeutender als beim amerikanischen *Camptosaurus*, die Körperdimensionen sind aber kaum um vieles größer, ja wahrscheinlich kleiner. Diese Ausnahmestellung von *Orthomerus* von der allgemeinen Regel ist indessen in diesem Falle nur scheinbar, denn erstens liegt *Orthomerus* nicht in der Entwicklungsreihe *Hypsilophodon—Camptosaurus—Iguanodon*, sondern abseits dieser in einer anderen Familie, dann ist aber die Kleinheit des Körpers von *Orthomerus* nicht nur bei ihm, sondern auch bei allen anderen obercretacischen Dinosauriern, die mit ihm zusammen gelebt haben, konstatierbar, und zwar ist sie bei allen diesen Formen offenbar erst sekundär durch insulare Isolation hervorgerufen worden (84).

Infolge aller dieser Umstände darf man *Orthomerus*, sogar wenn man seine systematische Stellung außer acht läßt, nicht mit den großen amerikanischen Camptosauriern, sondern höchstens mit dem

kleinen *Rhabdodon* vergleichen, der unter denselben ungünstigen Verhältnissen wie *Orthomerus* lebte, und da zeigt sich nun beim Vergleiche des kleinen *Orthomerus* mit dem noch kleineren *Rhabdodon* nur neuerdings die zuvor ausgesprochene Regel, denn die Zunahme der Körpergröße geht auch in diesem Falle mit Zunahme der Hypophyse Hand in Hand. Leider ist die genauere Kenntnis des Pituitariums der großen nordamerikanischen Trachodontiden noch immer ein Desideratum, so viel ist aber gewiß, daß es größer war als bei den großen nordamerikanischen Camptosaurier-Arten.

Bisher haben wir uns nur über die Größe der Skelette der einzelnen von uns besprochenen Formen gekümmert, nun müssen wir uns ihre Knochen-Struktur und den Grad der Verknöcherung ihrer ganzen Skelette in Betracht ziehen. Hier stellt sich eine größere Schwierigkeit entgegen, denn vor allem wird es oft, soferne nicht mehrere Individuen einer Art vorliegen, schwer, darüber zu entscheiden, ob eine jugendliche und daher knorpelreiche oder eine trotz ihres Knorpelreichtums adulte Form vorliegt; im allgemeinen werden wir uns daher nicht bloß nach den Knorpelkappen der Gelenkflächen, sondern auch nach der relativen Dicke und Porosität der Knochen richten müssen; außerdem gibt uns die Anzahl der Sakralwirbel freilich auch einen Anhaltspunkt zum Beurteilen des Alters mancher Tiere. Im allgemeinen fällt es bei den Dinosauriern auf, daß ihr Sternum sehr schwer verknöchert.

Bei *Thecodontosaurus* sind die Knochen schlank, die Wirbelbogen sind mit den Zentren verwachsen, doch die Nähte persistieren. Wie bei allen triadischen Theropoden sind die Gelenkflächen an den Extremitätenknochen nur schlecht ausgebildet, im Gegensatze hiezu sind aber die Nähte des Occiput gut verknöchert (77). Besondere Rauheit der Röhrenknochen ist bei den Muskelansätzen nicht bemerkbar.

Bei *Plataeosaurus* sind die Knochen bedeutend gröber, die Knorpelmassen bleiben dieselben wie bei *Thecodontosaurus*, die Muskelansätze sind relativ stärker.

Da im Oxforder *Streptospondylus* nur ein Jugendexemplar vorliegt, ist es schwer, über die adulte Form Genaueres zu sagen, immerhin läßt sich aber das feststellen, daß die Extremitätenknochen relativ leichter und die Gelenkflächen dieses Tieres besser gerundet sind als bei den triadischen Theropoden, wogegen der größere *Megalosaurus* in Wirbel und Extremitäten bedeutend gröbere Knochenstruktur und weniger markierte Gelenkflächen aufweist. Im Verhältnisse zu *Megalosaurus* ist die Oberfläche der Röhrenknochen von *Streptospondylus* glatt zu nennen.

Ganz spezielles Interesse beanspruchen die Sauropoden. Die Wirbelsäule zeigt bei dichter Knochenstruktur und glatter äußerer Knochenwand große pneumatische Hohlräume, die sich zuweilen (z. B. *Titanosaurus*) auch auf das dorsale Rippenende erstrecken,

die Extremitätenknochen sind außen dicht, innen jedoch spongiös und zeigen an ihren Gelenksenden, daß sie mit mächtigen Knorpelschichten bedeckt waren. Die Oberfläche der Knochen ist rauh, die Muskelansätze sind durch tiefe Rillen markiert. Der Unterschied, der bei den Sauropoden zwischen der Knochenstruktur des leichten Stammskelettes mit seiner glatten Knochenoberfläche und den schweren Extremitätenknochen besteht, ist schon von Matthew (81) hinlänglich betont worden. Matthew meinte, der leichte Rumpf und die schweren Füße dienten dazu, diesen Wasserbewohnern im Wasser größere Stabilität zu verleihen. Auf die Stichhaltigkeit dieser von Hay (74) angegriffenen Annahme werden wir noch zurückzukehren haben. Der Schädel der Sauropoden bleibt klein, möglicherweise ist die mittlere Fontanelle im Schädeldache von *Diplodocus* als Ossifikationsverzögerung zu deuten. Bei *Diplodocus* rücken auch die Zähne weit auseinander, und sind bloß einfache Stäbe. Entschiedene Ossifikationsverzögerung ist im Schultergürtel aller Sauropoden zu konstatieren. Verknöcherte Sterna von Sauropoden sind, obzwar diese Tiere wohlentwickelte Vorderfüße hatten, nur selten gefunden worden. Erwähnenswert scheint bei den Sauropoden auch noch die starke Verbreiterung der Metapoden und Phalangen an ihren distalen und proximalen Enden.

Weniger klar als bei den Saurischia verhalten sich die Verhältnisse bei den Orthopoden. Der einzige Ornithopode, bei dem die Verknöcherung am Skelette normalerweise dermaßen vorgeschritten ist, daß es zur Bildung eines wohlverknöcherten Sternums kommt, ist *Hypsilophodon*. Seine Röhrenknochen sind dicht, glatt und relativ dünnwandig; ihre Markräume sind groß.

Rhabdodon hatte, wie das aus den relativ weniger entwickelten Gelenkflächen erkennbar ist, schon bedeutend stärkere Knorpelmassen an den Gelenkflächen als *Hypsilophodon*, bei *Orthomerus* treten ebensolche Gelenkflächen auf wie bei *Rhabdodon*, doch ist die Markhöhle im Femur relativ kleiner als bei *Rhabdodon*.

Die konvexokonkaven Halswirbel von *Orthomerus* (84) zeigen im Gegensatze zu den schwach bikonkaven Halswirbeln von *Rhabdodon* (84), daß in diesem Falle die bessere Ausbildung der Gelenkflächen der Extremitäten bloß das Resultat einer schnelleren Lokomotion ist, die sonst schwerere Bauart der Röhrenknochen von *Orthomerus* wird durch ihre bereits erwähnte innere Struktur bewiesen. Bei *Claosaurus* sind die Röhrenknochen endlich angeblich gar massiv. Die Muskelansätze sind bei *Orthomerus* etwas stärker entwickelt als bei *Rhabdodon*, doch kann in diesem Falle auch dies gleichfalls als die bloße Folge der schnelleren Lokomotion aufgefaßt werden. *Orthomerus* repräsentiert auf diese Weise einen jener seltenen Fälle, wo mit Zunahme der Körpergröße die Agilität nicht abnimmt, aber die Knochenmasse zunimmt. Daß eigentlich ein Vergleich zwischen *Orthomerus* und *Rhabdodon* nicht

ganz zulässig ist, da sie nicht in parallelen, sondern in divergierenden Phylen des ornithopoden Stammbaumes liegen, ist schon erwähnt worden.

Bei den Thyreophoren war das Skelett im allgemeinen gut entwickelt. Die einzigen Thyreophoren, bei denen wir eine mangelhafte Verknöcherung der Gelenkflächen der langen Röhrenknochen und spongiösen Knochenbau konstatieren können, sind einige Spezies von *Dacenturus* und *Stegosaurus* (Nopcsa, Notes on british Dinosaurs. IV. Geol. Mag. London 1911). Auch bei *Stegosaurus* greift der Mangel der Skelettbildung nicht auf die wohlverknöcherten Rückenwirbel über, und interessanterweise läßt sich bei diesem Tiere auch dieselbe Verdickung der Metapodien- und Phalangenenden konstatieren wie bei den Sauropoden. Sternalknochen sind selten.

Stegosaurus ist, wie uns sein schwerer Panzer, sein lateral komprimierter Körper und seine langen Beine zeigen, höchstens ein Sumpftier gewesen, sogar dies ist unwahrscheinlich, keineswegs war er ein Schwimmtier. Der Knochenbau der Extremitäten ist ein analoger wie bei den semiaquatischen Sauropoden, von jenem des in Sümpfen lebenden, relativ guten Schwimmers *Trachodon* (96) aber sehr verschieden, wir sehen also, daß es nicht angeht, wie es bisher geschehen ist, für den schweren Knochenbau der Sauropoden-Extremitäten kurz und bündig bloß ihre aquatische Lebensweise verantwortlich zu machen.

Zusammenfassung aller Ergebnisse.

1. In erster Linie zeigt es sich, daß bei diesen Tieren im großen und ganzen mit der Zunahme der Körpergröße eine Zunahme der Hypophyse ihrem Hirn gegenüber Hand in Hand geht, und diese Hypophysenveränderung wird in fast allen beobachteten Fällen von einem Massigerwerden der Extremitätenknochen, ja in den extremsten Fällen, wie bei den Sauropoden und Stegosauriern, von einer Permanenz großer Knorpelmassen an den Extremitätengelenken begleitet. Offenbar war es diese starke Knorpelentwicklung, durch die die kolossale Größenzunahme dieser Tiere ermöglicht wurde. Die Größe des Hirnschädels bleibt fast stationär. Bei Sauropoden und Stegosauriern ist ferner auch eine Verdickung der Gelenkenden der in ihrer Mitte stark eingeschnürten Metapodien und Phalangen festzustellen. Im Gegensatze zu Sternum und Extremitäten wird die Wirbelsäule von den Ossifikationsverzögerungen nicht oder nur unbedeutend betroffen.

2. Ein Vergleich dieser Beobachtungen mit den beim Gigantismus und bei der, wie schon früher betont wurde, zuweilen hereditär auftretenden Akromegalie gemachten, zeigt eine weitgehende Übereinstimmung: Beiden ist die in pathologischen Fällen wenigstens temporäre Zunahme der Hypophysenfunktion, resp. der Hypophysengrube, gemeinsam, bei beiden entsteht der

Riesenwuchs durch Persistenz des Knorpels, der Hirnraum wird nicht verändert, ja es hat sich sogar die bei Akromegalie bemerkbare Verdickung der Phalangen bei den Dinosauriern vorgefunden. An Eunuchentum erinnert bei den Dinosauriern die Gewichtszunahme der Extremitäten. Auch das Eunuchentum wird von einer Hypophysenvergrößerung begleitet. Nach dieser Zusammenstellung liegt es an der Hand, den Riesenwuchs vieler Dinosaurier, zumal der Sauropoden, als Resultat einer Verstärkung der Hypophysenfunktion zu deuten.

3. Das Aussterben dieser Tiere würde seine Erklärung in der geringen Widerstandskraft eines jeden, auch des normal gebauten Riesenkörpers finden, es sei denn, daß man es vorzieht, an eine Abnahme ihrer geschlechtlichen Funktionen zu denken. In einer vorigen Arbeit mußte ich das Aussterben der Sauropoden noch eine offene Frage nennen; durch Nahrungsmangel schien es nicht erklärbar (84); daß es mit der Knorpelentwicklung zusammenhängt, habe ich schon in 1911 angedeutet (Geol. Mag. 1911, p. 148); heute stehen wir, scheint es, der Beantwortung der Frage dieses Aussterbens bedeutend näher. Weshalb bei den Dinosauriern die Vergrößerung und die Funktionssteigerung (?) der Hypophyse eintritt, ist freilich eine noch unbeantwortete Frage, doch ist diese ebenso dunkel wie z. B. die Frage, warum beim Menschen durch Schilddrüsendefekt bewirkter Kretinismus vorkommt.

Die Frage über die Ursache des Größerwerdens der Dinosaurier ist nicht gelöst, sie ist aber durch diese Betrachtungen auf ein anderes Gebiet verschoben und der Paläontologie entzogen (?) worden.

Schon 1905 habe ich auf die physiologische Wichtigkeit der verschiedenartigen Entwicklung der Basis Cranii der Dinosaurier gewiesen, damals versprach ich, dieses Thema gelegentlich zu erörtern, dies ist hiemit geschehen, Sache der amerikanischen Paläontologen wird es nun sein, uns an der Hand ihres Materials genaue Daten über die relative Größe von Hirnraum und Hypophysenraum zu geben.

Literatur.

(Ausführliche Literaturverzeichnisse über das in diesem Abschnitte behandelte rezente Material findet man in den Arbeiten von Biedl, Falta, Meige, Sternberg und Woerdemann. — Die Literatur über das fossile Material ist nahezu komplett.)

a) Über rezentes Material.

(15) Becker: Über das Knochensystem eines Kastraten. Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1899.

(16) Benda: Die Akromegalie. Deutsche Klinik. 1903.

(17) Bertolotti: Contribution a l'étude du Gigantisme acromegalo-infantile. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1910.

(18) Biedl: Innere Sekretion. Wien 1913.

(19) Briau: L'influence de la Castration ... sur le developement du squelette. Gazette hebdomaire de Médecine et Chirurgie. 1901.
(20) Brissaud-Meige: Type infantile du Gigantisme. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1904.
(21) Buday-Jancso: Ein Fall von pathologischem Riesenwuchs. Deutsch. Archiv f. klinische Medizin. 1898.
(22) Cagnetto: Neuer Beitrag zum Studium der Akromegalie. Virchov's Archiv. 1907.
(23) Dietrich: Knochen- und Gelenkveränderungen bei der Akromegalie. Verhandl. deutsch. Patholog. Gesellschaft. 1909.
(24) Ecker: Zur Kenntnis des Körperbaues schwarzer Eunuchen. Abhandl. Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft. 1864.
(25) Falta: Die Erkrankungen der Blutdrüsen. Berlin 1913.
(26) Fichera: Ancora sulla ipertrofia della ghiandola pituitaria. Boll. real. acad. Medica. Roma 1905.
(27) — Sulla ipertrofia della ghiandola pituitaria consecutiva alla castrazione. Boll. real. Acad. Medica. Roma 1905.
(28) Fischer: Der Riesenwuchs. Deutsche Zeitschr. f. Chirurgie. 1880.
(29) — Die Beziehungen des Hypophysentumors zur Akromegalie und Fettsucht. Frankfurter Zeitschr. f. Pathologie. 1910.
(30) Franchini: Encore sur l'acromegalie. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1908.
(31) Fraenkel-Stadelmann-Benda: Klinische und anatomische Beiträge zur Lehre von der Akromegalie. Deutsche Medizin. Wochenschr. 1901.
(32) Frantzel: Über Akromegalie. Deutsche Medizin. Wochenschr. 1888.
(33) Gallais: Gigantisme acromegale sans elargissement de la selle turcique. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1912.
(34) Geddes: Abnormal growth in absence of functioning testicles. Proc. Roy. Soc. Edinb. 1910.
(35) — Report on an acromegalic Skeleton. Journal of Anatomy and Physiology. London 1911.
(36) Hoppe: Leontiasis ossea, acromegaly and sexual infantilism. Journal of nervous and mental disturbances. 1912.
(37) Huchard-Launois: Gigantisme acromegale. Soc. Medic. des hôpitales. Paris 1903.
(38) Hudovering-Popovits: Gigantisme prècoce avec developement prècoce des organs genitaux. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. 1903.
(39) Hutchinson Woods: The pituitary gland as a factor in Acromegaly. New York Medical-Journal. 1898 and 1900.
(40) Keith: An inquiry into the nature of the skelettal changes in acromegaly. Lancet. London 1911.
(41) Koch: Demonstration eines Schädels mit Leontiasis ossea. Zeitschr. f. Ethnologie. Berlin 1909.
(42) Langer: Wachstum des menschlichen Skelettes in bezug auf Riesen. Denkschr. Akad. d. Wiss. Wien 1872.
(43) Launois-Roy: Gigantisme et infantilisme. Nouv. Iconogr. de la Sal pêtrière. Paris 1902.
(44) — Gigantisme et acromegalie. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1903.
(45) Le Double: Le canal cranio-pharyngien. Bull. et Mem. Soc. Anthropol. Paris 1903.
(46) Levi-Trachini: Contribution à la connaissance du Gigantisme. Nouv. Iconogr. de la Salpêtrière. Paris 1909.

(47) Mayer: Über Beziehungen zwischen Keimdrüsen und Hypophysis. Archiv f. Gynäkologie. 1910.
(48) Meige: Sur le Gigantisme. Archives générales de Médecine. Paris 1902.
(49) Salle: Über einen Fall von angeborener Größe der Extremitäten etc. Jahrb. f. Kinderheilkunde. 1912.
(50) Schloffer: Mehrere Artikel über Hypophysen-Operationen. Wiener klin. Wochenschr. 1907.
(51) Schultze-Fischer: Zur Lehre von der Akromegalie. Mitteilung d. Grenzgebiete der Medizin und Chirurgie. 1912.
(52) Schwoner: Über hereditäre Akromegalie. Zeitschr. f. klin. Medizin. Supplementheft 32.
(53) Sellheim: Kastration und Knochenwachstum. Hegar, Beitr. z. Geburtshilfe und Gynäkologie. 1899.
(54) Sotti-Sarteschi: Sur un cas d'agenesie du système hypophisaire. Archiv italien. de Biologie. Paris 1912.
(55) Sternberg: Beiträge zur Kenntnis der Akromegalie. Zeitschr. f. klin. Medizin. 1895.
(56) — Die Akromegalie (in Nothnagel: Spezielle Pathologie und Therapie. Wien 1903).
(57) Strumme: Akromegalie und Hypophyse. Archiv f. klin. Chirurgie. Berlin 1908.
(58) Tamburini: Beitrag zur Pathogenese der Akromegalie. Zentralbl. f. Nervenheilkunde und Psychiatrie.
(59) Tandler-Gross: Einfluß der Kastration auf den Organismus. Wiener klin. Wochenschr. 1907.
(60) — Einfluß der Kastration auf den Organismus. Teil I—III. Archiv f. Entwicklungsmechanik. 1909 und 1910.
(61) Tolken: Zur Pathologie der Hypophyse. Mitteilungen aus d. Grenzgebiete der Medizin und Chirurgie. 1912.
(62) Tschirwinsky: Entwicklung des Skelettes bei Schafen. Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1910.
(63) Woerdemann: Vergleichende Ontogenie der Hypophyse. Archiv f. mikroskop. Anatomie. 1914.

b) Über fossiles Material.

(64) Andrews: Cast of Brain cavity of *Iguanodon*. Annals Mag. nat. Hist. 1897.
(65) Branca: Die Riesengröße sauropoder Dinosaurier etc. Archiv f. Biontologie. Berlin 1914.
(66) Brown: *Anchiceratops*, a new Genus of horned Dinosaurs. Bull. Amer. Mus. Nat. hist. 1914.
(67) Burckhardt: Das Gehirn von *Triceratops flabellatus*. N. Jahrb. f. Min. etc. 1892.
(68) Dollo: Sur les epiphyses des Lacertiliens. Zoolog. Anzeiger. 1884.
(69) Gillmore: Osteology of the Jurassic reptile *Camptosaurus*. Proc. U. S. Nat.-Mus. Washington. 1909.
(70) — Osteology of the armored Dinosauria in the United States National-Museum, with spezial references to the Genus *Stegosaurus*. Bull. U. S. Nat.-Mus. Washington. 1914.
(71) Hatcher-Lull: Ceratopsia. U. S. Geological Survey Monografs. 1909.
(72) Hay: Skull and Brain of *Triceratops* with a remark etc. Proc. U. S. Nat.-Mus. 1909.

(73) Hay: On the manner of locomotion of Dinosaurs. Proc. Washington Acad. of Science. 1910.
(74) — Further Observations on Sauropodous Dinosaurs. American Naturalist. 1911.
(75) Holland: Osteology of *Diplodocus*. Memoirs Carnegie Museum. Pittsburgh 1905.
(76) Huene: Das Hinterhaupt von *Megalosaurus* von Stonesfield. N. Jahrb. f. Min. etc. 1906.
(77) — Die Dinosaurier der europäischen Triasformation. Geol. u. Paläont. Anhandl. Jena. Suppl.-Bd. I 1907—1908.
(78) — Nachträge zu meinen früheren Beschreibungen triassischer Saurischia. Geol. u. Paläont. Abhandlungen. Jena 1914.
(79) — Über die Zweistämmigkeit der Dinosaurier mit Beiträgen zur Kenntnis einiger Schädel. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVII. 1914.
(80) Marsch: The Dinosaurs of North America. Annual Rep. U. S. Geol. Surv. 1896.
(81) Matthew: The pose of Sauropodous Dinosaurs. Amer. Natural. 1910.
(82) Nopcsa: Dinosaurierreste aus Siebenbürgen. III. Weitere Reste von *Mochlodon*. Denkschr. d. Akad. d. Wiss. Wien 1903.
(83) — Notes on British Dinosaurs. I. *Hypsilophodon*. Geol. Mag. London 1905.
(84) — Die Dinosaurier der siebenbürgischen Landesteile Ungarns. Jahrbuch ungar. geolog. Reichsanstalt. Budapest 1915.
(85) Osborn: *Tyrannosaurus*, an upper cretaceous Dinosaur. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 1906.
(86) — Crania of *Tyrannosaurus* and *Allosaurus*. Mem. Amer. Mus Nat. Hist. New York 1912.
(87) Seeley: The reptile fauna of the Gosauformation. Quart. Journ. geol. Soc. London 1881.

3. Über die Pubis der Orthopoden.

Obzwar schon ungemein viel über die Pubis der Orthopoden geschrieben wurde, scheint es, als ob die Frage, wie die einzelnen Teile dieses Knochens zu deuten seien, noch immer nicht geklärt wäre.

Im großen ganzen stehen sich zwei Ansichten gegenüber: die einen halten den hinteren, die anderen den vorderen Ast der Orthopodenpubis für den der Reptilien-Pubis homologen Knochen des Beckens. Auf die morphologische Ähnlichkeit des orthopoden Beckens mit dem der Vögel ist seit jeher hingewiesen worden.

Mehnert war der erste, der auf die Rotation der Vogelpubis während der Ontogenie hinwies, und dementsprechend haben wir bei den Vögeln den dem Ischium parallelen Knochen als Pubis zu deuten. Das distale Ende dieser Pubis ist gegen die Medianlinie des Körpers gerichtet. Vor dem Acetabulum ist, bei manchen Vögeln, wie auch Lebendinsky (93) richtig betont, als Neuerwerbung der Processus pectinealis zu treffen. Darauf, daß der Processus pectinealis besonders bei Lauf- und Schwimmvögeln entwickelt ist, hat schon Marsh gewiesen, Lebendinsky hat diese Beobachtung bestätigt.

Selbst hatte ich infolge der Liebenswürdigkeit von Dr. Pycrafft vor Jahren am britischen Museum Gelegenheit, die Entwicklung des Processus pectinealis an zahlreichen Vogelbecken zu untersuchen. Er entwickelt sich als Knochen in der Regel erst, wenn die Beckenelemente miteinander verknöchern, und zwar hauptsächlich vom Ilium. Die Pubis ist an seiner Bildung bei *Rhea* z. B. nur durch eine ganz kleine Tuberosität beteiligt und auch dieser Pubishöcker wird von der vom Ilium ausgehenden Verknöcherung weit überwuchert, so daß sich der Processus pectinealis fast ausschließlich als ein Produkt des Ilium darstellt. Der Processus pectinealis ist stets gegen außen und gegen die letzten Rippen gerichtet. Bei *Apteryx* erstreckt sich das intercostoidale Gewebe gegen rückwärts bis an die Spitze des Processus pectinealis und ist daran befestigt. Vorne und außen befestigt sich, wie ich mich an mehreren frischen *Rhea*-Kadavern überzeugen konnte, an dem Processus pectinealis der Musculus ambiens, und ein mechanisches Anziehen dieses Muskels, resp. seiner Sehne oberhalb des Knies, bewirkte bei fixiertem Ober- und Unterschenkel stets ein Zusammenziehen der Zehen.

Wenn man nun einen Hahn im Hühnerhof beobachtet, so sieht man, wie er bei jedem Schritte nicht nur den Unterschenkel hebt, sondern die Zehen langsam und scheinbar bedächtig einzieht, wodurch es ihm dann möglich wird, jeden Fuß mit vorwärts gerichteter Mittelzehe nahe zu der Mittellinie des Körpers wieder auf den Boden zu stellen, ohne daß die Zehen des betreffenden Fußes hiebei den Unterschenkel des anderen Fußes berühren. Man begreife die Wichtigkeit dieser Einrichtung bei einem zweibeinigen Lauftier, bei dem es, wie Lebendinsky (92) betonte, von Wichtigkeit ist, die beiden Extremitäten möglichst nahe zur Medianlinie auf den Boden zu setzen. (Der Abstand der beiden Acetabula voneinander ist bei Laufvögeln kleiner als bei anderen Vögeln.)

Gehen wir nun auf die Orthopodenpubis über. Die Pubis dieser Tiere besteht aus zwei Ästen, einem hinteren, der mit seinem Gegenüber gegen die Mittellinie des Körpers konvergiert, und einem vorderen, der jedoch nicht gegen die Mittellinie des Körpers, sondern genau so auswärts gegen die letzten Rippen gerichtet ist wie der Processus pectinealis der Vögel. Die Richtung dieses Knochenteiles gegen vorne kann man prächtig an Osborn's (96) Abbildung des Skelettes von *Trachodon* konstatieren.

Die Auswärtsrichtung dieses Pubisastes ist eine Eigenschaft, die bei keiner einzigen unzweifelhaften Reptilienpubis vorkommt, und deshalb rentiert es sich nun, die phylogenetische Geschichte dieses Pubisteiles zu verfolgen.

Der vordere Pubisteil der orthopoden Dinosaurier ist am schwächsten bei den auch sonst primitiven Ornithopodiden, nämlich *Hypsilophodon*, *Camptosaurus* und *Laosaurus* entwickelt; hier bildet er nur einen spitzen Fortsatz und ist viel kleiner als

der rückwärtige Ast der Pubis. Bei *Iguanodon* ist der vordere Pubisast, wie man an jedem Gipsabgusse des Skelettes dieses Tieres sehen kann, der größere von beiden Pubisästen, und zwar hat er hier die Gestalt eines breiten, flachen Knochens mit gegen vorne fast divergierenden Rändern, wogegen der hintere, gegen die Medianebene gerichtete Pubisast stabförmig ist. Bei den obercretacischen Trachodontiden, z. B. *Trachodon* und *Saurolophus*, ist der vordere Pubisast vorne verbreitert, der hintere Pubisast auf einen langgezogenen Stachel reduziert (88).

Es besteht somit kein Zweifel, daß sich auf der Linie *Camptosaurus—Trachodon* der vordere Ast der Pubis vergrößert und verbreitert, der hintere reduziert. Auch Huene erkennt in 1914 die Praepubis der Dinosaurier als eine Neuerwerbung an (91).

Wir wenden uns nun zur Lebensweise der Ornithopodidae. Für die primitiven, leichten Formen haben wir festländische, kursorische Lebensweise anzunehmen; daß *Iguanodon* die Fähigkeit besaß, auf zwei Beinen zu hüpfen und daß dann nur seine Zehen den Boden berührten, während er sonst den Fuß mit gespreizten Zehen niederzustellen pflegte, darauf hat Dollo gewiesen. *Trachodon* war endlich gar ein guter Schwimmer, der sich im Wasser mit Hilfe seines Schweifes und wohl auch mit Hilfe seiner Hinterfüße bewegte. Welche Bedeutung der Musc. ambiens für alle diese Formen haben mußte, ist schon daraus ersichtlich. Wahrscheinlich hefteten sich aber an die Spitze des vorderen Pubisastes auch außer den Musc. ambiens noch andere Muskeln an, die zu den Rippen zogen und so die laterale Rumpfbewegung beim Laufen regulierten. Daß solche Bewegungen bei den Dinosauriern stattfanden, darauf weist die Entstehung von konvexokonkaven Cervical- und Dorsal-Wirbeln in den beiden Ordnungen der Dinosaurier (94). Auf die ähnliche Wirbelmechanik bei den Laufvögeln habe ich anderen Orts gewiesen. Wie weit die beiden Pubisäste der Orthopoden durch die Verschiedenheit der Geschlechter beeinflußt werden, will ich bei anderer Gelegenheit erörtern.

Da der vordere Pubisast der Dinosaurier genau so gegen die Rippen gerichtet ist wie der Processus pectinealis der Vögel, da sich ferner der Processus pectinealis der Vögel gerade bei den Lauf- und Schwimmvögeln entwickelt, da die Dinosaurier als Land- und Sumpftiere jedenfalls zu laufen und zu schwimmen pflegten und da sich endlich auch bei ihnen im Laufe der Phylogenie vor dem Acetabulum — allerdings nicht vom Ilium, sondern von der Pubis — ein gegen die Rippen gerichteter Fortsatz entwickelt, so ist man zur Annahme gezwungen, daß der Processus pectinealis der Vögel und der vordere Pubisast der Dinosaurier funktionell, aber nicht genetisch ident sind. Infolge dieser funktionellen Identität und genetischen Verschiedenheit glaube ich den vorderen Pubisast der Dinosaurier auch weiterhin, wie seit 1905, **Processus pseudopectinealis** nennen zu müssen. Den Ausdruck Präpubis

lehne ich deshalb ab, weil dieser Ausdruck auch bei anderen Tieren für andere, vor dem Acetabulum liegende, gegen die Medianlinie des Körpers konvergierende Beckenelemente verwendet wurde (90), die wahrscheinlich verschiedenen Ursprung haben.

Erklärung der Abbildungen (zu p. 334).

Fig. 1. Ansicht der Schädelhöhle von *Thecodontosaurus* von vorne (nach Huene).
„ 2. Schädelbasis von *Thecodontosaurus* von unten (nach Huene).
„ 3. Lateralansicht der Schädelhöhle von *Plataeosaurus* (nach Huene).
„ 4. Ansicht der Schädelhöhle von *Megalosaurus* von vorne (nach Huene).
„ 5. Längsschnitt durch den Hirnraum von *Diplodocus* (nach Osborn).
„ 6. Derselbe Längsschnitt bei *Camarasaurus* (nach Huene).
„ 7. Schädelbasis von *Hypsilophodon* von unten (nach Nopcsa).
„ 8. Schädelbasis von *Rhabdodon* von unten (nach Nopcsa).
„ 9. Schädelbasis von *Orthomerus* von unten (nach Nopcsa).
„ 10. Schädelhöhle von *Struthiosaurus* von vorne (nach Seeley).
„ 11. Längsschnitt durch den Hirnraum von *Stegosaurus* (nach Gilmore).

„St“ in allen Figuren „Sella turcica“, darunter die Hypophysengrube.

Literatur.

(88) Brown: Skeleton of *Saurolophus*. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. New York 1913.
(89) Heilmann: Fuglenes Afstamning. Separatabdr. aus „Dansk Ornithologisk“. Kopenhagen 1912—16.
(90) Huene: Beitrag zur Lösung der Präpubisfrage bei den Dinosauriern. Anatom. Anzeiger. 1908.
(91) — Beitrag zur Geschichte der Archosaurier. Geol. u. Pal. Abh. 1913.
(92) Lebedinsky: Beitrag zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Vogelbeckens. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1913.
(93) — Über den Processus pectinealis des Straußenbeckens. Anatom. Anzeiger. 1914.
(94) Nopcsa: Synopsis und Abstammung der Dinosaurier. Földtani Közlöny. Budapest 1902.
(95) — Notes on British Dinosaurs. I. *Hypsilophodon*. Geol. Mag. London 1905.
(96) Osborn: Integument of the Iguanodont Dinosaur *Trachodon*. Mem. Amer. Museum Nat. Hist. New York 1912.

Besprechungen.

Reinhold Rieke: Die Arbeitsmethoden der Silikatchemie. (Sammlung Vieweg, Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 37. 100 p. Braunschweig bei Vieweg u. Sohn. 1917.)

Verf. ist in dieser kurzen Abhandlung mit Erfolg bestrebt, dazu beizutragen, die vielfach in chemischen und technischen Kreisen

noch bestehende Unklarheit über die Eigenschaften von Silikaten zu verringern, und die Gesichtspunkte, die bei ihrer Erforschung und dem Arbeiten mit Silikaten zu beachten sind, auch dem außerhalb dieses Gebiets Stehenden näher zu rücken. Da die Silikate unter den Bestandteilen der festen Erdkruste und anderer Himmelskörper eine so große Rolle spielen, so hat auch für Mineralogen die vorliegende Schrift ein hervorragendes Interesse, deren Verfasser ja mit zu den bekannteren Silikatchemikern zählt und der das Gebiet der Silikatchemie schon durch zahlreiche Spezialuntersuchungen wesentlich gefördert hat. Einzelheiten darf man in diesem kurzen Abriß nicht erwarten, es werden nur die Hauptgesichtspunkte geboten. Die folgende Inhaltsübersicht wird einen näheren Einblick gewähren. Auf die Einleitung folgt der I. Abschnitt, der die Darstellung der Silikate behandelt (Allgemeines, Darstellung von Silikaten in Gegenwart von Wasser, Darstellung aus wasserfreiem Schmelzfluß, Darstellung bei Abwesenheit einer flüssigen Phasenbildung durch Reaktion von Gasen und durch Sublimation). Der II. Abschnitt bespricht die Trennung von Silikatgemengen und die Isolierung einzelner Verbindungen (auf mechanischem und auf chemischem Wege), der III. Abschnitt die Analyse der Silikate (Aufschlußmethoden, qualitativer Nachweis von Kieselsäure, Bestimmung des Wassergehalts in Silikaten). Der wichtigste Teil des Buches ist der IV. Abschnitt: Die physikalisch-chemische Untersuchung der Silikate, und zwar: A. Die fester, insbesondere kristallisierter Silikate (Löslichkeit, Härte, Dichte, Schmelzpunkt, Zersetzung vor dem Schmelzen, Umwandlungen, spezifische Wärme, Bildungswärme, Kristallisations- [Schmelz-] und Umwandlungswärme, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeausdehnung, elektrische Leitfähigkeit und Polarisation, mikroskopisch-optische Untersuchung). B. Untersuchung von Silikatschmelzen (Allgemeines, Viskosität, Kristallisationsvermögen, Kristallisationsgeschwindigkeit, Oberflächenspannung, Dichte, elektrolytische Dissoziation und elektrische Leitfähigkeit). Endlich erläutert der V. Abschnitt die Versuche zur Aufklärung der Konstitution der Silikate. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Literatur und ein Register bilden den Schluß. Das kleine Buch gibt einen deutlichen Einblick in die großen Schwierigkeiten, mit denen die Silikatchemie zu kämpfen hat, und läßt den weiten Weg erkennen, der bis zu einer befriedigenden allseitigen Kenntnis der Silikate noch zurückzulegen ist.

Max Bauer.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Struktur der kristallisierten Formen des Siliciumdioxyds SiO_2, des Eisenbisulfids FeS_2, des Zinksulfids ZnS und des Calciumcarbonats.

Von **J. Beckenkamp**, Würzburg.

Mit 18 Textfiguren.

1. Beobachtungsresultate.

Das Siliciumdioxyd kristallisiert bekanntlich als Quarz und β-Tridymit hexagonal; der Quarz gilt als trigonal-trapezoedrisch, der β-Tridymit als dihexagonal-bipyramidal. Quarzin und α-Tridymit sind optisch zweiachsig. Der α-Cristobalit gilt als tetragonal, der β-Cristobalit als regulär. Quarzin, α-Tridymit und α-Cristobalit unterscheiden sich von Quarz bezw. den beiden β-Formen dadurch, daß ihnen dreizählige Deckachsen fehlen. In Alkalien sind Quarz und Quarzin schwer, Tridymit und Cristobalit leicht löslich. Tridymit und Cristobalit haben ungefähr das gleiche spez. Gew. 2,30, Quarz und Quarzin dagegen das spez. Gew. 2,62 [1].

Zwischen FeS_2 und SiO_2 bestehen einige auffallende Beziehungen; die Atomgewichte der in Frage kommenden Elemente sind: Fe = 55,9, S = 32,06, Si = 28,4, O = 16, also sind die Molekulargewichte: $FeS_2 = 120{,}02$, $SiO_2 = 60{,}4$. Das Molekulargewicht von FeS_2 ist also fast genau doppelt so groß als das von SiO_2; auch das Atomgewicht von S ist fast genau doppelt so groß als das von O, jenes von Fe nur wenig kleiner als das doppelte Atomgewicht von Si. Das Molekularvolumen ist für Quarz 23,0, für Pyrit 23,5, für Markasit 24,0, für Tridymit 26,3. Pyrit und Quarz sind die schwerer, Markasit und Tridymit die leichter zersetzbaren Mineralien.

In der vom Verf. wiederholt bestätigt gefundenen Näherungsformel $R_n = \frac{n A_o}{A_n}$, wobei A_n das Atomgewicht eines Elements, A_o das des Sauerstoffs und n eine Ordnungszahl der betreffenden Reihe des periodischen Systems bedeuten, stellt R_n nach Ansicht des Verf.'s den primären Wirkungsbereich des Atoms dar, wenn der des Sauerstoffs = 1 gesetzt wird. Hiernach ist $R_{Si} = 0{,}5634$, $R_{Fe} = 0{,}5724$, $R_S = 0{,}9981$, $R_O = 1$.

[1] Weitere Angaben über die kristallisierten Formen der Kieselsäure vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 524 und ff.

Das Eisenbisulfid FeS_2 kristallisiert als Pyrit regulär, als Markasit rhombisch; der Pyrit gilt als dyakisdodekaedrisch.

Das Natriummetaperjodat $NaJO_4 . 3H_2O$ unterscheidet sich in seiner Kristallform von dem Quarz nur dadurch, daß die Hauptachse stets ausgesprochen polar ist. In ähnlicher Beziehung steht zum Pyrit der Ullmannit NiSbS, bei welchem die vier trigonalen Achsen polar sind. Gewisse Beobachtungen deuten aber auch beim Quarz[1], beim Tridymit[2] und beim Pyrit[3] auf eine allerdings weit schwächere Polarität der trigonalen Achsen.

Es wurde schon durch vom Rath auf die Beziehungen der Tridymitzwillinge zum regulären Oktaeder aufmerksam gemacht. Verf. hob weitere Beziehungen zwischen den Tridymitzwillingen und der regulären Syngonie hervor. Betrachten wir den regulären Würfel als ein Rhomboeder und bezeichnen die Neigung der Flächen desselben gegen die trigonale Achse mit α, so haben α und das Achsenverhältnis a : c, wenn die Achse c parallel der Oktaedernormalen o und die Achse a parallel der Granatoedernormalen g ist, folgende Werte.

Beim Würfel:

$$a : c_w = 1 : 1{,}22474 \qquad \alpha = 35^0\,15'\,52''.$$

Geht die Achse a des Rhomboeders dagegen einer Leucitoedernormalen l parallel, dann wird das Achsenverhältnis des Würfels $a : c_w = 1 : 0{,}707105$.

Beim Tridymit ist:

$$a : c_{tr} = 1 : 1{,}6533 \qquad \alpha = 27^0\,39'.$$

Machen wir die Fläche $\frac{3}{4}P$ des Tridymits zur Grundform, so wird $a : c_{\frac{3}{4}tr} = 1 : 1{,}22175$, $\alpha = 35^0\,19'\,50''$, bei einem regulären Ikositetraeder $_{11}O_{11}$ $\{11, 1, 11\}$ ist $a : c_i = 1 : 1{,}6330$, $\alpha = 27^0\,56'\,30''$. Die Grundform des Tridymits entspricht daher mit großer Annäherung den Flächen des Ikositetraeders $_{11}O_{11}$, die Form $\frac{3}{4}P$ Flächen des regulären Würfels. Gilt der Würfel als ein Rhomboeder R_w mit dem Achsenverhältnis $a : c = 1 : 1{,}22474$, dann sind die Flächen von $_{11}O_{11}$ Flächen eines Rhomboeders $\frac{4}{3}R_w$; ein Achsenverhältnis von $a : c = 1 : 0{,}81644$ entspricht einem Rhomboeder $\frac{2}{3}R_w$.

Das Achsenverhältnis des Quarzes ist $a : c = 1 : 1{,}0999$, $\alpha = 38^0\,13'$. Das Grundrhomboeder des Quarzes entspricht einem Ikositetraeder $_{25}O_{25}$ $\{25, 1, 25\}$ mit $\alpha = 38^0\,30'\,10''$. Das Grundrhomboeder des Quarzes und die Tridymitform $\frac{3}{4}P$ sind also stumpfer als der reguläre Würfel (vgl. Fig. 1). Man könnte vermuten, daß aus dem regulären Würfel durch Kompression in der

[1] Vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 537 und ff.

[2] Vgl. J. Beckenkamp, Tridymit, Cristobalit und Quarz. Zeitschr. f. Krist. 1901. **34**. 585.

[3] Vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 634.

Richtung der einen trigonalen Achse das Grundrhomboeder des Quarzes, durch eine Dilatation in der Richtung a das Tridymitrhomboeder $\frac{3}{4}$R entstehe. Die spez. Gewichte von Quarz und Tridymit müßten sich dann verhalten wie 1,12 : 1; die Beobachtung ergibt aber 1,152 : 1.

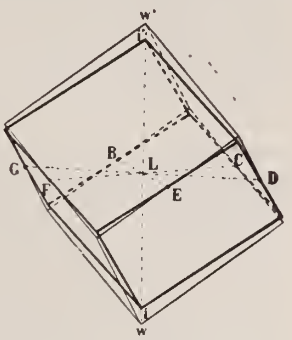


Fig. 1. Grundrhomboeder des Quarzes, umgeben vom regulären Würfel.

Die Dioxyde der dem SiO_2 am nächsten stehenden Elemente Ti und Sn der vierten Reihe des periodischen Systems kristallisieren tetragonal mit einem annähernden Achsenverhältnis c:a = 0,644 : 1 : 1 bezw. = 0,672 : 1 : 1, also annähernd 0,66 : 1 : 1. Beziehen wir die Flächen des Quarzes, des Tridymits und der regulären Form 11O11 auf drei zueinander senkrechte Achsen g, l, o, von welchen die erste die Normale zu einer Granatoeder-, die zweite zu einer Leucitoeder-, die dritte zu einer Oktaeder-Fläche ist, so ergeben sich folgende Achsenverhältnisse:

1. für die Form $\frac{3}{2}$R des Quarzes . . . g : l : o = 0,57735 : 1 : 0,9522
2. für die Grundpyramide des Tridymits = 0,57735 : 1 : 0,9544
3. für das Ikositetraeder 11O11 . . . . = 0.57735 : 1 : 0,9428
4. die tetragonalen Dioxyde der 4. Reihe ca. 0,666 . . : 1 : 1.

Nehmen wir also an, für SiO_2 bestehe eine mit dem Cristobalit nicht übereinstimmende tetragonale Form mit dem Verhältnisse g : l : o = 0,57735 : 1 : 1, so stehen die Verhältnisse von Quarz und Tridymit zwischen der tetragonalen und der regulären Form. Beim Quarz und beim Tridymit hat dann also eine Annäherung an die reguläre Form stattgefunden, und zwar beim Quarz eine Verkürzung der Achse o im Verhältnisse 1 : 0,9525 = 1,0499 : 1, beim Tridymit eine Verlängerung der Achsen g und l im Verhältnisse 1 : 0,9544 = 1,04781 : 1; dann muß sich das spezifische Gewicht des Quarzes zu dem des Tridymits verhalten wie $1{,}0499 \times 1{,}04781^2 : 1 = 1{,}1527 : 1$. Die direkte Beobachtung der spezifischen Gewichte ergab das Verhältnis 2,62 : 2,30 = 1,1521 : 1.

Die Polarisationsebene eines linear polarisierten Lichtstrahls, welcher einen Quarzkristall durchsetzt, wird im Quarze gedreht, und zwar ist die „reine Drehung“ für einen Lichtstrahl, welcher parallel zur Hauptachse durch den Kristall geht, ungefähr doppelt so groß als für einen Lichtstrahl senkrecht zur Hauptachse[1]. Beim Tridymit findet keine optische Drehung statt.

[1] Vgl. J. Beckenkamp, Kristalloptik. p. 427.

Das Zinksulfid ZnS kristallisiert als **Zinkblende** regulär und wird in die hexakistetraedrische Klasse eingereiht, als **Wurtzit** kristallisiert ZnS hexagonal mit dem Achsenverhältnisse a : c = 1 : 0,81747. Die Neigung der Grundpyramide gegen die Basis ist bei Annahme dieses Achsenverhältnisses P : 0P = $43^0 20'$. Da aber auch die Pyramide 2P mit der Neigung 2P : 0P = $62^0 5'$ vorkommt, so könnte man auch diese spitzere Pyramide zur Grundform wählen und erhielte dann das Achsenverhältnis a:c=1:1,63494. Der Wurtzit steht in dieser Hinsicht dem Tridymit sehr nahe. Beim Tridymit setzt vom Rath a:c = 1:1,65304; da aber außer der Form P mit der Neigung P:0P = $62^0 21'$ auch die Form $\frac{1}{2}$P mit der Neigung $\frac{1}{2}$P : 0P = $43^0 39'$ vorkommt, so könnte man beim Tridymit auch die stumpfere Pyramide zur Grundform wählen und erhielte dann das Achsenverhältnis a:c = 1:0,82652.

Das Molekül ZnS verhält sich zu SiO_2 ähnlich wie der Ullmannit zu Pyrit und das Natriummetaperjodat zum Quarz, d. h. das chemische Molekül ermöglicht keine zentrische Anordnung der Atome, dementsprechend sind sowohl Zinkblende als Wurtzit ausgesprochen polar nach den trigonalen Achsen.

Vom Verf. wurde [1] experimentell der Nachweis geführt, daß beim Erhitzen der (regulären) Zinkblende die Zwillingslammellierung nach dem Spinellgesetz zunimmt und schließlich der (hexagonale) Wurtzit entsteht. Bei längerem Liegen an gewöhnlicher Luft geht die Umlagerung wieder teilweise zurück.

Ferner wurde vom Verf. hervorgehoben [2], daß eine größere Anzahl von hexagonalen Kristallen ein ähnliches Achsenverhältnis besitzen wie Tridymit und Wurtzit, und von Fr. Rinne [3] wurde die Reihe dieser „isotypen" Kristalle noch beträchtlich erweitert.

Auch die Reihe der rhomboedrischen Carbonate gehört in bezug auf das Achsenverhältnis hieher [4]. Bei Magnesit $MgCO_3$ ist die Neigung des Grundrhomboeders zur Basis $\alpha = 43^0 6'$ und das Achsenverhältnis a : c = 1 : 0,8095. Beim Rhodochrosit $MnCO_3$ sind die entsprechenden Werte $\alpha = 43^0 23'$, a : c = 1 : 0,8259, beim Siderit $FeCO_3$ ist $\alpha = 43^0 21'$, a : c = 1 : 0,8191. Bei Kalkspat weicht das Achsenverhältnis a : c = 1 : 0,8543 etwas mehr von dem regulären Werte 1 : 0,81644 = 1 : $\frac{2}{3}$ c_w ab.

Es wurde vom Verf. schon früher [5] darauf hingewiesen, daß die rhomboedrischen Kristalle eine beträchtlich höhere Doppelbrechung besitzen als die hexagonalen im engeren Sinne. Der damals wegen seiner starken Doppelbrechung ($\nu_o - \bar{\nu}_e = 0,280$) als eine Ausnahme von dieser Regel bezeichnete Hämatit Fe_2O_3

[1] Zeitschr. f. Krist. 1908. **44**. 252.

[2] Ebenda, Tridymit, Cristobalit und Quarz. 1901. **34**. 571 u. f.

[3] Beiträge z. Kennt. des Feinbaues der Kristalle.

[4] Vgl. dies. Centralbl. 1917. p. 30.

[5] Kristalloptik. p. 181 u. ff.

gehört auf Grund seiner Flächenausbildung wohl mehr zur rhomboedrischen Abteilung als der Korund Al_2O_3; denn bei ersterem kommen als Zonenachsen weit mehr die Rhomboederkanten in Betracht, bei Korund, bei welchen $\nu_o - \nu_e = 0{,}008$, mehr die horizontalen Kanten und die Kante zwischen den hexagonalen Formen 2. Art.

2. Veranschaulichung der Eigenschaften der kristallisierten Formen von SiO_2 und FeS_2 durch ein doppelt kubisches Gitter.

Die nahen Beziehungen sowohl des Quarzes als des Tridymits zu regulären Verhältnissen veranlaßten Verf., für beide ein deformiert reguläres Gitter zugrunde zu legen.

Man kennt drei reguläre Raumgitter:

1. das einfach kubische Gitter (Fig. 2);

2. das doppelt kubische oder das zentrierte kubische Gitter (Fig. 3). Bei diesem durchdringen sich zwei einfach kubische Gitter in der Weise, daß je ein Massenpunkt des einen Gitters im Schwerpunkte des elementaren Würfels des andern liegt;

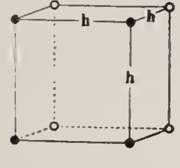
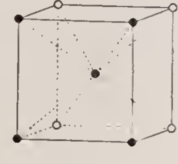
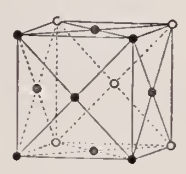



Fig. 2.


Fig. 3.


Fig. 4.

3. das vierfach kubische oder das flächenzentrierte kubische Gitter (Fig. 4), bei welchem die Massenpunkte von drei einfach kubischen Gittern in den Flächenmittelpunkten des elementaren Würfels des vierten einfach kubischen Gitters liegen.

1. Legen wir vier Kugeln von gleichem Radius auf einer horizontalen Ebene so nebeneinander, daß sie sich gegenseitig berühren, und ihre Mittelpunkte ein Quadrat bilden, legen dann ein zweites gleiches Quadrat von vier Kugeln so auf das erste, daß die Kugelmittelpunkte des zweiten Quadrats genau senkrecht über den Kugelmittelpunkten des ersten liegen, so bilden die Mittelpunkte der Kugeln ein einfach kubisches Gitter.

2. Schalten wir zwischen diese beiden Schichten eine andere so ein, daß die Kugelmittelpunkte der eingeschalteten Schicht genau senkrecht über den Mittelpunkten der Quadrate der unteren Schicht liegen, so bilden die Mittelpunkte der Kugeln ein doppelt kubisches Gitter.

3. Legen wir drei gleiche Kugeln so nebeneinander, daß sie sich berühren und ihre Mittelpunkte ein gleichseitiges Dreieck

bilden, legen dann eine vierte Kugel so darüber, daß ihr Mittelpunkt genau senkrecht über dem Schwerpunkt des gleichseitigen Dreiecks liegt, so bilden die vier Kugelmittelpunkte ein reguläres Tetraeder. Errichten wir ferner in der Mitte der vier Tetraederflächen Lote auf diesen und bringen vier weitere Kugeln so an, daß sie die drei Kugeln der betreffenden Tetraederseite berühren, so liegen die neuen Mittelpunkte in den genannten Loten. Das Gesamtsystem der Kugelschwerpunkte bildet ein vierfach kubisches Gitter.

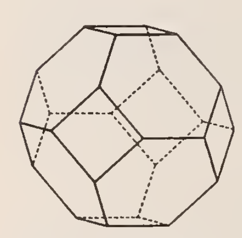


Fig. 5. Kubooktaeder.

Das doppelt kubische Gitter kann nicht nur in zwei sich durchdringende einfach kubische, sondern auch in vier sich durchdringende vierfach kubische Gitter zerlegt werden.

Der von den nächstbenachbarten Gitterpunkten begrenzte Raum, der „Elementarkörper" bildet bei dem einfach kubischen Gitter ein Hexaeder, beim doppelt kubischen ein Granatoeder, beim vierfach kubischen ein Kubooktaeder (Fig. 5).

Betrachten wir den regulären Würfel als ein Rhomboeder R_w, so ist der Elementarkörper des einfach kubischen Gitters wieder ein Rhomboeder R_w, der Elementarkörper des doppelt kubischen Gitters ist dann aber $-\frac{1}{2}R_w$, der des vierfach kubischen Gitters $+ 4 R_w$.

Umgeben wir die Punkte eines regulären Gitters mit kongruenten Paralleloedern, welche sich gegenseitig berühren, so nennt man diese Paralleloeder die „Molekelsphäre" des betreffenden Punktes.

Bilden die Molekelschwerpunkte ein einfaches Gitter, so ist die (primäre) „Molekelsphäre" ein Hexaeder; bilden die Schwerpunkte ein doppelt kubisches Gitter, dann ist die Molekelsphäre ein Kubooktaeder, bilden sie ein vierfach kubisches Gitter, so ist die primäre Molekelsphäre ein Granatoeder. Hexaeder, Granatoeder und Kubooktaeder sind die drei einzigen regulären Körper, welche sich lückenlos nach allen Richtungen aneinander legen lassen.

Bravais und die Mehrzahl der späteren Autoren waren der Ansicht, daß eine Fläche um so häufiger vorkomme, je dichter sie mit Massenpunkten besetzt sei. Bei dem einfach kubischen Gitter sind dann die Würfelflächen, beim doppelt kubischen die Granatoeder-, beim vierfach kubischen die Oktaederflächen am häufigsten zu erwarten. Aus der relativen Häufigkeit des Auftretens nicht nur der genannten, sondern auch der übrigen einfachen Formen läßt sich unter der gemachten Voraussetzung ein Rückschluß auf das zugrunde liegende Raumgitter ziehen.

Setzt man das Volumen der drei regulären Körper = 1, so ist

	die Oberflächengröße der Molekelsphäre	der Durchmesser der eingeschriebenen Kugel
beim Würfel	$= 3 \times 2{,}00000$	$\sqrt[6]{1}$
Granatoeder	$= 3 \times 1{,}78180$	$\sqrt[6]{2}$
Kubooktaeder	$= 3 \times 1{,}62671$	$\sqrt[6]{\frac{27}{16}}$

Bei derselben Größe des Volumens der Molekelsphäre ist also der Durchmesser der eingeschriebenen Kugel für das Granatoeder der größte, während die Oberfläche des Kubooktaeders den kleinsten Wert hat. Fedorow [1] schließt aus der Flächenausbildung, daß bei den Kristallen die Tendenz im Sinne einer minimalen Oberfläche der Molekelsphäre zum Ausdruck komme, weil die Tendenz bestehe, die Molekelschwerpunkte nach einem doppelt kubischen Gitter zu ordnen und daß „keineswegs die Tendenz zu möglichst kompakter Lagerung die maßgebende“ sei.

Von der Ansicht ausgehend, daß die einfachste Anordnung für Molekelschwerpunkte z. B. von ZnS, also auch für die Atome Zn, diejenige nach dem regulären Tetraeder sei, vermutete dagegen Verf. [2], daß die Zinkatome bei der Zinkblende und die Si-Atome beim Cristobalit ein vierfach kubisches Gitter bildeten.

Verf. vertritt die Ansicht, daß für die Flächenausbildung die Leichtigkeit der Anpassung der primären Atombereiche an die Punktabstände der regulären Gitter nach den betreffenden Richtungen maßgebend sei und bei allen Kristallen das gleiche Punktsystem zugrunde liegen könne, daß dieses aber nicht mit dem System der Atomschwerpunkte übereinstimmen müsse. Für die Oktaederfläche wäre somit die Anpassungsmöglichkeit an die Punktabstände in den Richtungen g und l maßgebend, für die Würfelflächen in den Richtungen h und g. Das Verhältnis der Abstände der Gitterpunkte in den Richtungen $g : h$ ist beim einfach und beim doppelt kubischen Gitter $= 1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} = 1 : 0{,}7071$, beim vierfach kubischen Gitter $= 1 : \sqrt{2} = 1 : 1{,}4142$. Das Verhältnis der Abstände der Gitterpunkte innerhalb einer oktaedrischen Schicht in der Richtung einer Granatoedernormalen g und einer Leucitoedernormalen l ist bei allen drei regulären Gittern gleich, $g : l = \operatorname{tg} 30^0 : 1 = 0{,}57735 : 1$.

Entsprechend dem von Fedorow abgeleiteten Resultate, daß das doppelt kubische System das bevorzugte sei, legte Verf. bei den kristallisierten Formen von SiO_2 und FeS_2 das doppelt kubische Gitter, als Wirkungssphäre also das Kubooktaeder zugrunde.

Der Zusammenhang des zentrischen oder azentrischen chemischen Moleküls mit der Polarität der Oktaedernormalen ließ dann

[1] Über das kompakteste regelmäßige Kugelsystem. Zeitschr. f. Krist. 1897. **28**. 236.

[2] Sphalerit und Wurtzit. Zeitschr. f. Krist. 1908. **44**. 252.

weiter die Annahme gerechtfertigt erscheinen, daß das System der O-Atome durch Verschiebung in der Richtung der Oktaedernormalen aus dem System der Si-Atome abzuleiten sei. Dasselbe gilt bezüglich der Fe- und S-Atome beim Pyrit.

Bezeichnen wir die Verbindungslinie der Schwerpunkte der zu einem Molekül vereinigt gedachten Atome als Molekülachse, so sind die Molekülachsen bei den genannten Kristallen den Oktaedernormalen parallel. Entsprechend können wir die Verbindungsgeraden zwischen dem Atomschwerpunkte und den Schwerpunkten der zugehörigen Elektronen als „Achsen des Ions" oder als „elektrische Achsen" bezeichnen. Ein zwei- oder dreiatomisches Molekül möge als zentrisch gelten, wenn die beiden Achsenenden die Schwerpunkte gleichartiger Atome sind, ohne Rücksicht auf eine etwaige Polarität des Ions oder des Atoms. Nehmen wir an, die Atome seien weder durch Punkte noch durch Kugeln darstellbar, dann können wir auch bestimmte „Achsen des Atomes" annehmen.

Die aus den Atomgewichten berechneten Werte $R_n : R_o$ der tetragonal kristallisierenden Dioxyde der vierten Reihe des periodischen Systems sind bei der Mehrzahl annähernd = 0,666 . . .; da nach Vorigem $R_{Si} = 0{,}5634$, $R_O = 1$, so nimmt Verf. an, daß die Annäherung des Wertes R_{Si} an den Wert tg $30^0 = 0{,}57735$ der Grund sei, daß Quarz, Tridymit und Pyrit trigonale Deckachsen besitzen.

Die Molekülachsen können bei den doppelt kubischen Gittern nur in dreifach verschiedener Weise auf den entsprechenden Oktaeder- oder besser Tetraedernormalen derart verteilt werden, daß keine der vier Normalenrichtungen vor der andern bevorzugt ist und der oktaedrische Charakter bewahrt wird. Dieselben sind in den Fig. 6, 7, 8 und 9 dargestellt; die durch die Kugelmittelpunkte gehenden Stäbe stellen die Richtung der Molekülachsen dar.

1. Betrachten wir die Netzlinien, welche nur einer der vier trigonalen Achsen parallel gehen, und schreiten auf einer solchen fort, so sollen die Molekelachsen, deren Molekelschwerpunkte auf dieser Achse liegen, alle parallel orientiert sein. Bei einem Viertel dieser Netzlinien stimmt die Richtung der Molekelachsen mit der betreffenden Netzlinie überein, bei den anderen verteilen sich diese Richtungen auf die drei anderen Oktaedernormalen. Die ersteren, die bevorzugten Netzlinien, sind dreizählige Deckachsen auch in bezug auf die Orientierung der Molekelachsen. Dabei sind zwei Fälle denkbar: entweder schneiden sich je vier Molekelachsen in einem Molekelschwerpunkt, welcher auf einer dreizähligen Deckachse liegt, Anordnung t_{2a} (Fig. 6), oder die Molekelachsen sind windschief, Anordnung t_{2b}.

Die Anordnung t_{2a} besitzt drei sich unter 120^0 schneidende dreizählige Deckachsen enthaltende Spiegelebenen. Bei der Anordnung t_{2b} haben die dreizähligen Deckachsen axialen Charakter.

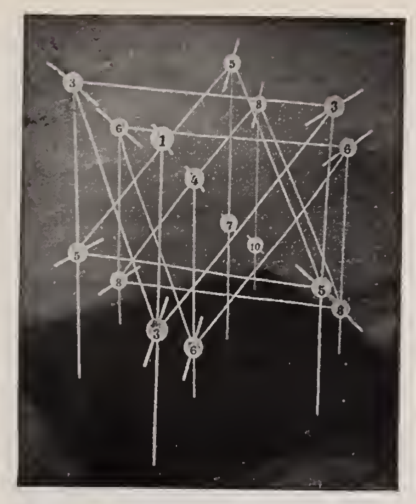


Fig. 6. t_{2a}.

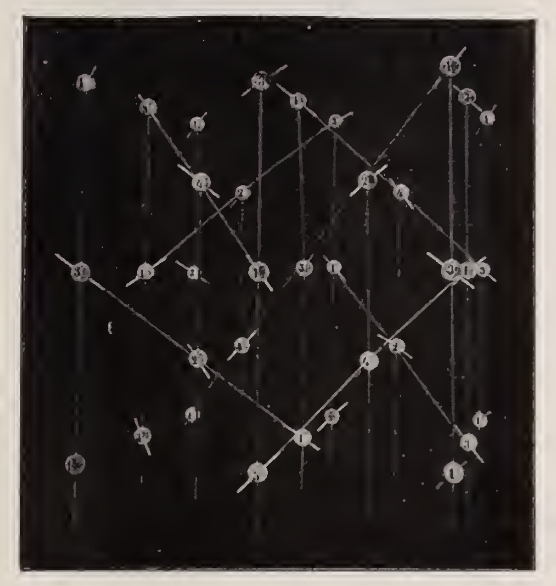


Fig. 7. p_2.

2. Die Anordnung besitzt in bezug auf die Molekelachsen vier Scharen von windschiefen dreizähligen Deckachsen, welche den vier Oktaedernormalen parallel gehen. Anordnung p_2 (Fig. 7). Diese Anordnung wurde vom Verf. dem Pyrit zugeschrieben.

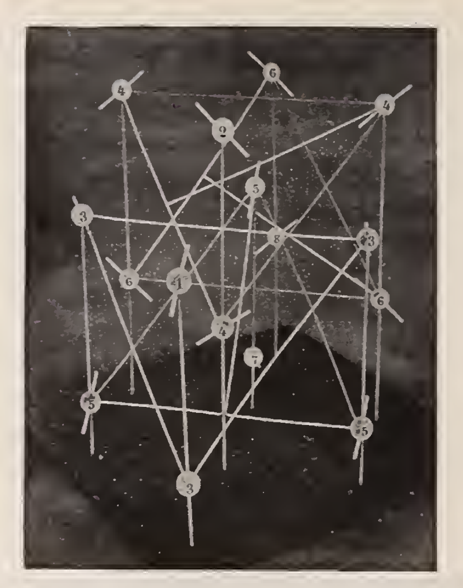


Fig. 8. q_{2L}.

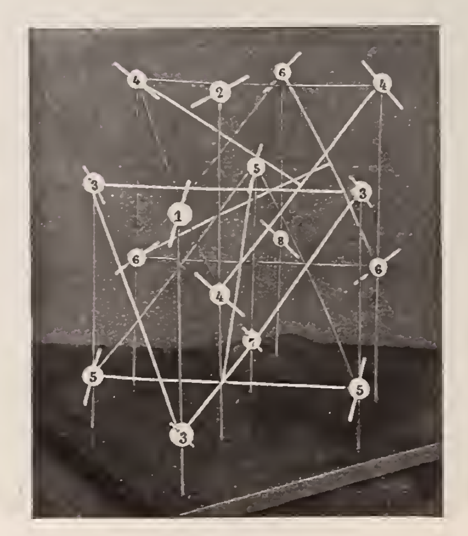


Fig. 9. q_{2R}.

3. Innerhalb einer oktaedrischen Netzlinie ändert sich die Orientierung der Molekelachsen nicht (Fig. 8 und 9). Diese Anordnung ergibt nach jeder der vier Oktaedernormalen optisch zweiachsige Molekularschichten, welche schraubenförmig angeordnet

sind. Fig. q_{2R} gibt eine rechte, Fig. q_{2L} eine linke Schraubung. Der Betrag der optischen Drehung müßte für diese beiden Anordnungen von der Richtung unabhängig sein. Verf. führte auf diese Anordnung q die Struktur des Quarzins und des Quarzes zurück.

Während das System der Molekelschwerpunkte die Symmetrie der regulären Syngonie besitzt, wird diese durch die Orientierung der Molekelachsen gestört.

Bei der Anordnung t_2 ist eine der vier Oktaedernormalen dadurch vor den drei anderen bevorzugt, daß parallel derselben eine Schar von Netzlinien dreizählige Deckachsen sind.

Bei der Anordnung p_2 sind zwar vier Scharen von asymmorphen Deckachsen vorhanden, welche den Oktaedernormalen parallel gehen, aber die Hauptachsen sind weder Deck- noch Schraubenachsen.

Bei der Anordnung q_2 ist eine der Hexaedernormalen zweizählige Schraubenachse, nicht aber die beiden anderen.

Wenn die bevorzugten Oktaeder- oder Hexaedernormalen zwischen den bei regulärer Symmetrie gleichwertigen Richtungen wechseln, so muß an der Grenze eine Inhomogenität eintreten, welche durch einen geringeren Grad der Kohäsion in die Erscheinung treten kann. Verf. neigt zu der Ansicht, daß die Spaltebenen solche Homogenitätsgrenzen sind, an welchen entweder die Molekülachsen oder die elektrischen Achsen ihre Richtung ändern.

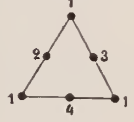


Fig. 10.

Die Anordnung q_2 zerfällt in vier vierfach kubische Gitter q_4, jedes dieser Gitter q_4 enthält nur gleich orientierte Molekelachsen. Die Anordnung t_2 zerfällt in vier vierfach kubische Gitter t_4; jedes Gitter t_4 enthält wieder alle vier Orientierungen der Molekelachsen und zerfällt in vier einfach kubische Gitter t_1, von welchen jedes nur eine Art von Molekelachsen hat. Fig. 10 gibt die Orientierung der vier Molekelachsen von t_4 in einer oktaedrischen Schicht. Die Anordnung p_2 zerfällt in vier vierfach kubische mit t_4 identische Gitter p_4; jedes Gitter p_4 hat alle vier Orientierungen der Molekelachsen.

Nach dieser vom Verf. abgeleiteten Strukturtheorie, „deren grundlegende Mitteilungen den Beobachtungen von W. L. und W. H. Bragg um mehrere Jahre vorausgehen, wurden die Abstände der Massenpunkte als Funktionen der Atome und die Atome als die Elemente der Kristallstruktur nachgewiesen“ [1] und dabei bemerkt: „Die Beziehung der Atome zu den einzelnen Kubooktaedern kann in verschiedener Weise gedacht werden, und es läßt sich zurzeit noch nicht mit Sicherheit entscheiden, welche der nachstehenden Möglichkeiten verwirklicht ist [2].“

---

[1] Kristalloptik. p. 583.
[2] Ebenda. p. 584.

Man kann annehmen, 1. daß je drei oder sechs chemische Moleküle zu einem Kubooktaeder gehören,

2. daß nur ein Molekül dazu gehört.

In einer späteren Mitteilung [1] wurde dann aber nachgewiesen, daß am wahrscheinlichsten die Annahme ist, daß zu je einem Atom mehrere Kubooktaeder gehören.

Die beiden Annahmen, daß z. B. beim Tridymit und bei der Zinkblende ein doppelt kubisches Gitter der Struktur zugrunde liege, daß aber die Anordnung der Zn- bezw. Si-Atome nach einem vierfach kubischen Gitter erfolge, stehen dann tatsächlich nicht in Widerspruch.

3. Die von W. H. und W. L. Bragg mit Hilfe der Durchleuchtung mit Röntgenstrahlen abgeleiteten Atomanordnungen.

W. H. Bragg leitete für das System der Si-Atome beim Quarz ein dreiseitig prismatisches Gitter ab (Fig. 11). Er konnte anfangs keine Reflexe an der Basis bekommen, später fand er schwache Reflexe, und schloß aus diesen Beobachtungen, daß drei einander durchdringende Gitter von der gegebenen Form vorhanden

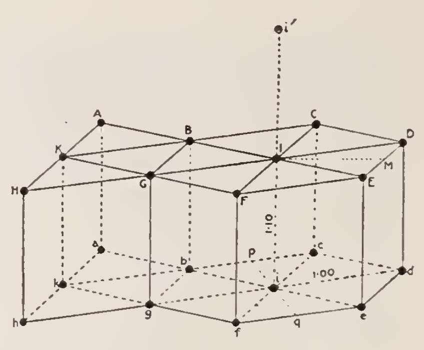


Fig. 11.

seien, welche durch eine Schraubenbewegung ineinander übergeführt werden können und von welchen das eine dem Si-, die beiden anderen den O-Atomen entsprechen. Das dreiseitig prismatische Gitter hat nach Bragg das Achsenverhältnis 1 : 1,100, entspricht also dem Achsenverhältnisse der geometrischen Form.

W. L. Bragg leitete für Pyrit die asymmorphe Anordnung π (Fig. 12) ab. Hienach stellen die Fe-Atome ein vierfach kubisches Gitter dar.

[1] Dies. Centralbl. 1917. p. 108.

Derselbe Autor leitete für die Zinkblende die in Fig. 13 dargestellte Atomanordnung ab. Die Zn-Atome bilden, entsprechend der schon früher vom Verf. ausgesprochenen Annahme, ein vierfach kubisches Gitter. Durch dieses wird der ganze in Fig. 11 dargestellte Würfel in acht Teilwürfel zerlegt. Das System der S-Atome erhält man aus dem System der Zn-Atome durch Schiebung

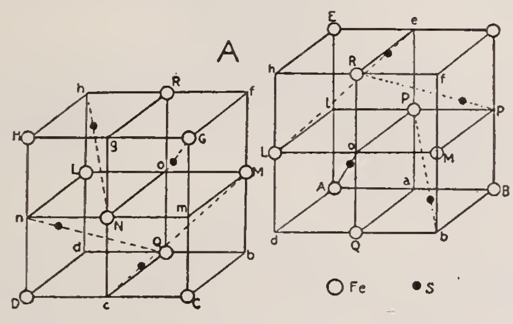


Fig. 12.

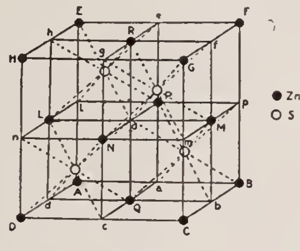


Fig. 13.

nach einer Oktaedernormalen, und zwar um den Betrag $\frac{1}{4}o_4$, so daß die sämtlichen Punkte S in je einem Mittelpunkte eines Teilwürfels liegen, in welche der in Fig. 13 dargestellte Würfel zerfällt; aber nur die Hälfte der acht Teilwürfel ist in der gedachten Weise besetzt.

Für Tridymit und Cristobalit liegen bisher keine Untersuchungen mittels Durchleuchtung vor.

Die Bragg'schen Modelle lassen weder die Beziehungen zwischen Quarz und Pyrit erkennen, noch die Beziehungen des Quarzes zum regulären System. Ferner ergibt sich aus dem Bragg'schen Modell des Quarzes optische Drehung nur für Strahlen parallel zur Hauptachse. (Schluß folgt.)

Künstliche Schiebung im Rutil.

Von **A. Grühn** und **A. Johnsen.**

Mit 2 Textfiguren.

Inhalt.

Einleitung.

O. Mügge[1] hat es wahrscheinlich gemacht, daß die manchen Rutilkristallen von Blumberg bei Adelaide u. a. parallel $\{101\}$ eingelagerten Zwillingslamellen infolge von Schiebungen mit den beiden Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ entstanden und somit durch natürliche Drucke erzeugt sind.

Daher versuchten wir, solche Schiebungen durch künstliche Drucke zu bewirken; wir preßten nach der früher[2] beschriebenen Modifikation der Tresca'schen Methode jedesmal einen Rutilkristall, indem wir ihn innerhalb eines stählernen Hohlzylinders in Schwefelpulver einstampften und dann einen gut abgedichteten Stahlstempel mittels hydraulischer Presse in den Hohlzylinder hineintrieben. Der Pressungsdruck oder Hauptdruck lag also in Richtung der Stempelachse und betrug 10 000—30 000 Atmosphären, während die auf andere Richtungen im Schwefelpulver verteilten Drucke geringer, aber nicht meßbar waren. Jener Hauptdruck wurde binnen einer Stunde erreicht, worauf wir den Kristall mit Schwefelkohlenstoff aus dem Schwefel herauslösten.

Die Rutilindividuen zeigten Wachstumsflächen von $\{110\}$, $\{100\}$, $\{101\}$ und $\{111\}$ sowie Spaltungsflächen von $\{110\}$; sie waren von Natur oder durch Anspalten oder durch einseitiges Anschleifen tafelig // (110) oder // (100) oder // (101). Der Hauptdruck wurde senkrecht auf diese Tafeln ausgeübt, die 1—3 mm dick, sowie 3—5 mm lang und breit waren. Wir preßten 16 Kristallfragmente; zwei derselben, Präparate XV und XVI, waren „Monte? Albrua am St. Gotthard" etikettiert, während die 14 übrigen von Blumberg bei Adelaide stammten. Von 2 Präparaten wurde nach der Pressung ein Dünnschliff angefertigt.

[1] O. Mügge, dies. Centralbl. 1902. p. 72.

[2] A. Johnsen, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXIX. p. 500. 1914.

Künstliche Schiebung mit den beiden Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (\bar{1}01)$.

Nach der Pressung zeigten alle 16 Kristalle auf ihren ebenen glatten Flächen Systeme paralleler Streifen, deren Zahl bis über 10 pro 1 mm betrug und deren Breite von der Größenordnung μ bis 10 μ war. Die Streifen waren öfters von einer Kristallfläche

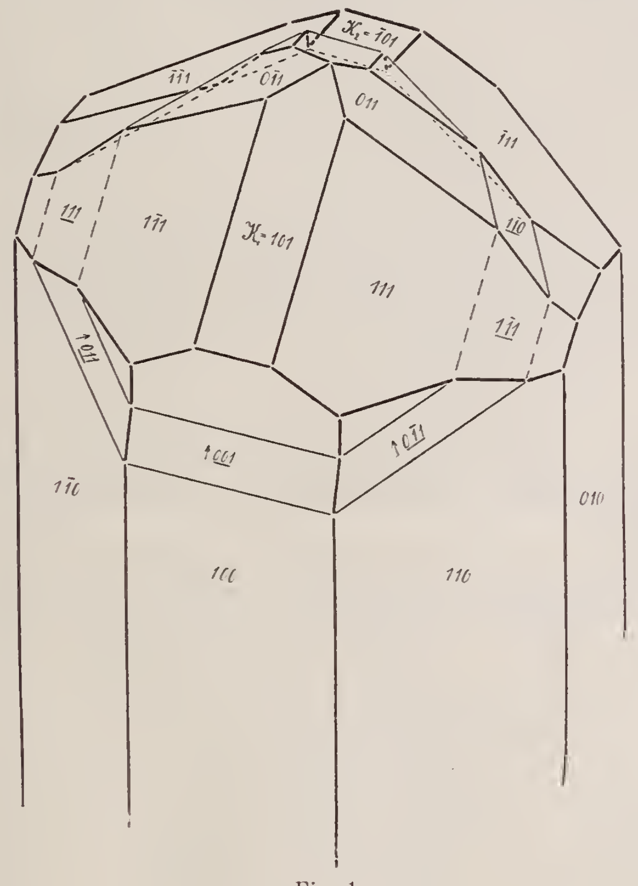


Fig. 1.

auf eine anstoßende zu verfolgen und entsprachen nach ihrem Verlauf Lamellen, die // {101} eingelagert sind. Es ergaben sich folgende Winkel, deren Berechnung der Miller'sche Wert c = 0,64415 zugrunde liegt. Die Spur der // (101) eingelagerten Lamellen bildet auf den Flächen $(f_1\ f_2\ f_3)$ mit den Kanten $[k_1\ k_2\ k_3]$ die Winkel w:

$(f_1\ f_2\ f_3)$	$[k_1\ k_2\ k_3]$	∢ w gemessen	∢ w berechnet	Präparat No.
(110)	[001]	65° 46′ ± 20′	65° 31′	I
„	„	65 54 ± 24	„	II
„	„	65 23 ± 26	„	IV
„	„	66 1 ± 44	„	V
(100)	„	89 25 ± 50	90° 0′	VII
($\bar{1}$01)	[($\bar{1}$01), (011)]	49 40 ± 24	49° 57′	XV

Der Winkel zwischen Kristallfläche (h k l) und gekipptem Flächenstreifen $\underline{(h'\ k'\ l')}$ war nur auf ganz glatten Flächen (h k l) zu messen. Der Sinn der Kippung war auf sämtlichen Flächen aller 16 Präparate entgegengesetzt demjenigen, der sich aus den Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ (s. Einleitung) ergibt. Sinn und Winkel weisen vielmehr, wie Fig. 1 veranschaulicht, auf ein Deformationsellipsoid mit den Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (\bar{1}01)$ hin.

Hiernach geht jede Fläche (h k l) über in $\underline{(h'\ k'\ l')}$, wo $h' : k' : l' = l : \bar{k} : h$ ist; also wird (110) zu $\underline{(0\bar{1}1)}$ und umgekehrt, (100) liefert $\underline{(001)}$ und ($\bar{1}$01) behält seinen Charakter. Die folgende Tabelle enthält die Kippungswinkel φ der Flächenpaare (h k l), $\underline{(h'\ k'\ l')}$:

(h k l), $\underline{(h'\ k'\ l')}$	∢ φ gemessen	∢ φ berechnet	Präparat No.
(110), $\underline{(0\bar{1}1)}$	22° 19′ ± 29′	22° 27′	XIII
„ „	22 8 ± 40	„	I
„ „	21 21 ± 1° 5	„	II
„ „	22 15 ± 1 51	„	IV
„ „	22 26 ± 54	„	VI
„ „	23 0 ± 1 23	„	IX
„ „	22 38½ ± 22	„	X
„ „	22 47 ± 1 43	„	XII
„ „	22 29 ± 53	„	XV
„ „	22 21 ± 36	„	XVI
(0$\bar{1}$1), $\underline{(110)}$	21 18 ± 13	„	„
(100), $\underline{(001)}$	23 46 ± 1 59	24° 25½′	VII
($\bar{1}$01), $\underline{(\bar{1}01)}$	49 12 ± 2 36	48° 51′	XV

Die in der Tabelle vermerkten Flächen (110) waren nur an den Präparaten XV und XVI Wachstumsflächen, sonst Spaltungs-

flächen. Alle Präparate außer No. XIII gaben am Goniometer nur Schimmerreflexe.

Ein Dünnschliff von Präparat XI, der // (100) orientiert war, ließ Streifen von der Breite μ erkennen, die in zwei Scharen zerfielen. Die einen zeigten elliptische Polarisation und verliefen parallel der Spur von (101), da ihre Längsrichtung mit [001] einen Winkel von $90^0 30' \pm 40'$ gemessen, $90^0 0'$ berechnet bildete; die andern löschten aus und verliefen // (011), denn die Auslöschungsrichtung [010] des Hauptkristalls und diejenige der Lamellen bildeten ∢ ϑ bzw. ϑ' mit der Streifenrichtung, wo $\vartheta = 33^0 15' \pm 30'$ gemessen, $\vartheta' = 34^0 15' \pm 1^0 15'$ gemessen, $\vartheta = \vartheta' = 32^0 47'$ berechnet wurde.

Natürliche und künstliche Rutilschiebung.

Für unsere künstliche Rutilschiebung ergibt sich demnach ∢ (K_1, K_2) = ∢ $\left((101), (\bar{1}01)\right) = 65^0 34\frac{1}{2}'$; hieraus findet man die Größe der Schiebung $s = 2 \operatorname{ctg} (K_1, K_2) = 0{,}908$ und die Hauptachsen des Deformationsellipsoides $a = \operatorname{ctg} \frac{(K_1, K_2)}{2} = 1{,}552$; $b = 1$; $c = \frac{1}{a} = 0{,}644$.

Dagegen liefert die natürliche Rutilschiebung ∢ (K_1, K_2) = ∢ $\left((101), (30\bar{1})\right) = 84^0 34\frac{1}{4}'$; $s = 0{,}190$; $a = 1{,}100$; $b = 1$; $c = 0{,}909$.

Die Gleitrichtung der künstlichen Schiebung ist also derjenigen der natürlichen entgegengesetzt; der Gleitbetrag der ersteren ist 4—5mal so groß als derjenige der letzteren und größer als alle bisher an Kristallen ermittelten s-Werte.

Die von Mügge an Rutilen von Blumberg gemessenen Winkel zwischen Kristalloberflächen und Lamellenoberflächen stimmen gut mit Mügge's Annahme der beiden Kreisschnittsebenen $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ überein, ebenso die später an analog lamellierten Zinnsteinen von Selangor auf Malakka durch Johnsen[1] festgestellten Winkel. Auch waren die Lamellen jener Rutile und Zinnsteine auf (110) des Hauptkristalls von $(12\bar{1})$, auf (011) von $(32\bar{1})$ begrenzt, d. h. von Flächenarten, die dem Hauptkristall völlig fehlten; {121} ist an Rutil und Zinnstein überhaupt noch nicht beobachtet worden.

Dazu kommt, daß (301) an manchen Rutilen und zuweilen auch an künstlichem Zinnstein als Zwillingsebene fungiert, was erfahrungsgemäß Schiebungen mit $K_2 = (301)$ besonders wahrscheinlich macht.

[1] A. Johnsen, dies. Centralbl. 1908. p. 426.

Wäre die zweite Kreisschnittsebene der natürlichen Rutilschiebung nach $K_1 = (101)$ nicht $(30\bar{1})$, sondern $(\bar{1}01)$, so würde (011) in $\underline{(1\bar{1}0)}$ statt in $\underline{(3\bar{2}\bar{1})}$ und (110) in $\underline{(0\bar{1}1)}$ statt in $\underline{(12\bar{1})}$ übergegangen sein wie bei den künstlichen Schiebungen; eine nachträgliche, durch Fortwachsung oder Auflösung bewirkte Umwandlung von $\underline{(1\bar{1}0)}$ in $\underline{(3\bar{2}\bar{1})}$ bzw. von $\underline{(0\bar{1}1)}$ in $\underline{(121)}$ ist aber überaus unwahrscheinlich, da $\{110\}$ und $\{011\}$ im Gegensatz zu $\{321\}$ und $\{121\}$ die häufigsten und größten Flächen von Rutil und Zinnstein darstellen.

Schließlich müssen wir erwähnen, daß im Rutil vielleicht auch künstliche Schiebungen, wenn auch vereinzelt, den Kreisschnittsebenen (101) und $(30\bar{1})$ statt (101) und $(\bar{1}01)$ zu folgen scheinen; wenigstens traten an Präparat No. 1 auf (110) parallel zahlreicheren, breiteren Streifen, die bei $+ 22^0\,8' \pm 40'$ reflektierten, einige schmälere auf, die bei $- 6^0\,15' \pm 12'$ ein deutliches Intensitätsmaximum ihrer Schimmerreflexe aufwiesen.

Nach alledem darf man wohl annehmen, daß im Rutil Gleitungen nach der Gleitfläche $K_1 = (101)$ nicht nur mit $K_2 = (\bar{1}01)$, sondern auch mit $K_2 = (30\bar{1})$ erfolgen können.

Zur Struktur des Rutils.

O. Mügge[1] zeigte, daß durch Schiebungen mit $K_1 = (101)$ nebst $K_2 = (30\bar{1})$ ein tetragonales Gitter nicht in sich selbst übergeht, wenn das Netz in der Ebene der Schiebung, also in (010), primitive Rechtecke aufweist; somit kann weder die Form $\{110\}$, $\{001\}$, noch die Form $\{100\}$, $\{001\}$ ein primitives Gitterparallelepiped des Rutils darstellen; ebenso kann $\{100\}$, $\{001\}$ kein raumzentriertes Parallelepiped sein. Also bliebe nur die Möglichkeit, daß die Form $\{110\}$, $\{001\}$ ein raumzentriertes Parallelepiped darstellt.

Wir wollen nun untersuchen, ob irgendwelche durch dieses raumzentrierte Parallelepiped $\{110\}$, $\{001\}$ gekennzeichneten tetragonalen Gitter durch Schiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ in sich deformiert werden. Hierzu genügt es nicht, lediglich das Netz in der Ebene der Schiebung, also in (010), zu untersuchen; vielmehr müssen auch die nicht $//\,(010)$ verlaufenden Gitterlinien berücksichtigt werden. Daher wenden wir die neun Gleichungen der Gitterschiebung[2] an.

Ist, auf ein primitives Parametertripel bezogen, die Gleitfläche $K_1 = (h\,k\,l)$ und die Grundzone $\sigma_2 = [u\,v\,w]$ oder die Gleitrichtung $\sigma_1 = [u\,v\,w]$ und die zweite Kreisschnittsebene $K_2 = (h\,k\,l)$, so müssen z_1 bis z_9 ganzzahlig und teilerfremd sein, wo

[1] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XIV. p. 308. 1901.

[2] A. Johnsen, dies. Centralbl. 1916. p. 121.

$$(\mathrm{I})\quad \left\{\begin{array}{ll} z_1 = \dfrac{hu - kv - lw}{hu + kv + lw}, & z_2 = \dfrac{2ku}{hu + kv + lw}, \\[2ex] z_3 = \dfrac{2lu}{hu + kv + lw}, & z_4 = \dfrac{kv - lw - hu}{hu + kv + lw}, \\[2ex] z_5 = \dfrac{2lv}{hu + kv + lw}, & z_6 = \dfrac{2hv}{hu + kv + lw}, \\[2ex] z_7 = \dfrac{lw - hu - kv}{hu + kv + lw}, & z_8 = \dfrac{2hw}{hu + kv + lw}, \\[2ex] z_9 = \dfrac{2kw}{hu + kv + lw}. & \end{array}\right.$$

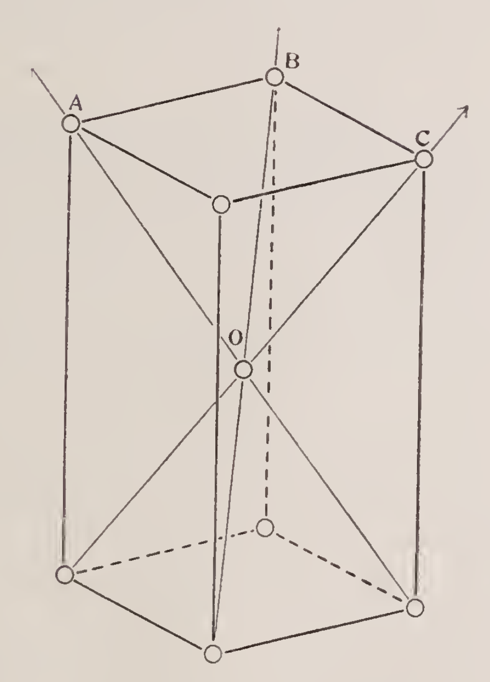


Fig. 2.

Wir beziehen die Indizes auf das primitive Parametertripel OA, OB, OC der Fig. 2, die ein raumzentriertes Prisma $\{110\}$, $\{001\}$ veranschaulicht. Setzen wir also $[0\,\bar{\lambda}\,\mu] = X = [100]$, $[\bar{\lambda}\,0\,\mu] = Y = [010]$, $[0\,\lambda\,\mu] = Z = [001]$ und machen (001) zur Einheitsebene (111), dann gehen über $(\mu\,\bar{\mu}\,\lambda)$ in (100), (100) in (010), $(\mu\,\mu\,\lambda)$ in (001) und (001) in (111). Folglich erhalten die Gleitfläche $K_1 = (101)$ und die Grundzone $\sigma_2 = [103]$ die neuen Symbole $(h\,k\,l) = \left(1, \dfrac{\mu - \lambda}{\mu}, 1\right)$, bzw. $[u\,v\,w] = \left[\dfrac{3\lambda + \mu}{\mu}, \bar{2}, \dfrac{3\lambda + \mu}{\mu}\right]$

Setzen wir diese 6 Indizes für h, k, l, u, v, w in die Gleichungen I ein, so gehen diese über in

$$(\mathrm{I}\,\alpha)\quad \begin{cases} z_1 = \dfrac{\mu-\lambda}{4\lambda}, & z_2 = \dfrac{\mu^2+2\lambda\mu-3\lambda^2}{4\lambda\mu}, \quad z_3 = \dfrac{3\lambda+\mu}{4\lambda}, \\ z_4 = -\dfrac{\lambda+\mu}{2\lambda}, & z_5 = -\dfrac{\mu}{2\lambda}, \quad z_6 = -\dfrac{\mu}{2\lambda}, \\ z_7 = \dfrac{\mu-\lambda}{4\lambda}, & z_8 = \dfrac{3\lambda+\mu}{4\lambda}, \quad z_9 = \dfrac{\mu^2+2\lambda\mu-3\lambda^2}{4\lambda\mu}. \end{cases}$$

Bedenkt man, daß λ und μ als Indizes des Symbols $(\mu\,\mu\,\lambda)$ teilerfremd sein müssen, und daß wegen $z_1 = \frac{\mu-\lambda}{4\lambda}$ offenbar λ ein Faktor von μ ist, so folgt $\lambda = 1$ und somit $z_1 = \frac{\mu-1}{4}$; folglich muß μ ungerade sein; dagegen verlangt $z_5 = -\frac{\mu}{2\lambda}$, daß μ gerade ist. Also werden z_1 bis z_9 nicht sämtlich ganzzahlig, d. h. kein Gitter der betrachteten Art ist einer reinen Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ fähig.

Folglich ist überhaupt kein einziges tetragonales Gitter durch Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ deformierbar.

Da nun, wie man auch die Atome des Rutils zu Atomkomplexen zusammenfaßt, die Schwerpunkte dieser Komplexe (Molekeln oder Ionen) wieder ein oder mehrere tetragonale Gitter bilden müssen, so ergibt sich, daß weder die Atome noch die Schwerpunkte irgendwelcher Atomkomplexe des Rutils während seiner natürlichen Schiebungen nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ geradlinige (ihrem Abstand von der Gleitfläche K_1 proportionale) Wege durchlaufen können. Diese natürliche Rutilschiebung muß also sehr eigentümlicher Art und von Schiebung im mechanischen Sinne erheblich verschieden sein[1].

Wollte man dem Rutil eine geringere als tetragonale Symmetrie zuschreiben, so müßte wegen seiner morphologischen und physikalischen Eigenschaften das Gitter doch als pseudotetragonal, also als einem tetragonalen Gitter affin, betrachtet werden, so daß Gitterschiebung nach wie vor ausgeschlossen wäre; unter allen rhombischen Gittern z. B. würden nur diejenigen beiden eine Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (30\bar{1})$ gestatten, in welchen die Rutilform (101), ($\bar{1}$01), (010), bzw. (301), (30$\bar{1}$), (010) ein primitives Parallelepiped definiert; ein solches Gitter ist aber nicht pseudotetragonal.

[1] Anm. während der Korrektur: Letzteres gilt auch für die Schiebung, die O. Mügge soeben am tetragonalen Zinn bewirkte (dies. Centralbl. p. 233. 1917).

Wendet man die Gleichungen (I) auf die *künstliche* Rutilschiebung nach $K_1 = (101)$ mit $K_2 = (\bar{1}01)$ an, so ergibt die Annahme reiner Gitterschiebung, daß die Form $\{100\}$, $\{001\}$ sowohl ein primitives als auch ein raumzentriertes Gitterparallelepiped sein kann, daß dagegen $\{110\}$, $\{001\}$ nur als raumzentriertes, nicht aber als primitives Parallelepiped fungieren darf. Die horizontalen und die vertikalen Kanten des genannten Quaders $\{100\}$, $\{001\}$ müßten sich wie $a : \overset{|}{c}$ des Rutils verhalten; an obigem raumzentrierten Prisma $\{110\}$, $\{001\}$ wäre das Längenverhältnis zwischen Basisdiagonale und vertikalen Kanten wie $a : \overset{|}{c}$.

Es sind also drei verschiedene, und zwar genau definierte tetragonale Gitter zu einer Gitterschiebung nach $K_1 = (101)$ *mit* $K_2 = (\bar{1}01)$ *befähigt.*

Schlußbetrachtungen.

Der *experimentelle* Teil vorstehender Arbeit ergab, daß in Schwefelpulver festgestampfte Rutilkristalle unter einem Pressungsdruck von 10000—30000 Atmosphären Schiebungen nach Gleitflächen (101) eingehen, daß hierbei aber als zweite Kreisschnittsebene nicht, was für die *natürlichen* Rutilschiebungen höchstwahrscheinlich zutrifft, $(30\bar{1})$, sondern $(\bar{1}01)$ fungiert. *Hiermit sind zum ersten Male einer und derselben Gleitfläche zwei verschiedene Deformationsellipsoide zugeordnet.*

Im *theoretischen* Teil wurde gezeigt, daß im ganzen drei verschiedene, genau definierte Gitter unsere *künstliche* Rutilschiebung als reine Gitterschiebung zulassen; daß dagegen in keinem einzigen tetragonalen Gitter eine der *natürlichen* Rutilschiebung entsprechende Gitterschiebung mit den Kreisschnittsebenen (101) und $(30\bar{1})$ eintreten kann. Somit muß dem letztgenannten Schema $K_1 = (101)$, $K_2 = (30\bar{1})$ ein sehr eigentümlicher, von reiner Schiebung recht verschiedener Vorgang entsprechen, bei dem weder die Atome noch die Schwerpunkte irgendwelcher Atomkomplexe (Molekeln oder Ionen) geradlinige Bahnen beschreiben.

Die *Ursache des Unterschiedes* zwischen den *künstlichen* und den *natürlichen* Rutilschiebungen kann unseres Erachtens nur in den Druckverhältnissen gesucht werden. Bei unseren Versuchen übertraf der einseitige Hauptdruck die andersgerichteten Drucke erheblich mehr als in der Natur. Das liegt z. T. daran, daß Schwefelpulver statt kompakter Gesteinsmasse als Einbettungsmittel diente, z. T. daran, daß die Drucksteigerung von 1 bis 10000 oder 30000 Atmosphären binnen einer Stunde statt innerhalb von Jahrtausenden vor sich ging. Je langsamer solche Pressung sich vollzieht, desto gleichmäßiger und stabiler wird die Druckverteilung. Bei langsamerem Druckzuwachs und gleichförmigerer Druckverteilung tritt also die kompliziertere, aber durch

geringere Schiebungsgröße ausgezeichnete (natürliche) Schiebung auf, bei schnellerem Druckzuwachs und weniger gleichmäßiger Druckverteilung die einfachere, aber durch größeren Gleitbetrag charakterisierte (künstliche) Schiebung. Die letzteren Druckbedingungen sind in der Natur kaum je gegeben, die ersteren hinwiederum lassen sich experimentell nicht verwirklichen. Die natürliche Rutilschiebung mag auch durch erhöhte Temperatur begünstigt worden sein.

Als wir einen zu pressenden Rutilkristall statt mit Schwefelpulver mit einer Alaunschmelze umgaben, die zu einem viel kompakteren Medium erstarrt als es Schwefelpulver ist und somit eine mehr gleichmäßige Druckverteilung bedingte, erfolgte bei einem ⊥ (110) gerichteten Pressungsdruck von über 20 000 Atmosphären keinerlei Schiebung.

Dagegen ist die Richtung des einseitigen Hauptdruckes ziemlich belanglos, denn in der Natur herrschen an Ort und Stelle zu verschiedenen Zeiten verschiedene Druckrichtungen, und auch in unsern Experimenten war der Pressungsdruck bald ⊥ (110), bald ⊥ (100), bald ⊥ (101) gerichtet.

Mein Schlußwort zu den Angriffen der Herren Branca und Pompeckj gegen mich und meine Richtung in der Paläontologie.

Von **Otto Jaekel.**

Zur Sache brauchen wir wohl kaum noch zu diskutieren. Ich will nicht mehr als das, was anderwärts für die Paläontologie längst erreicht ist und dort bereits ausgezeichnete Früchte trägt. Neuen Fächern Bahn zu schaffen ist nicht leicht, besonders in so fest gefügten Verhältnissen, wie sie bei uns vorliegen. Vor etwa 100 Jahren erreichte die Mineralogie ihre Selbständigkeit gegenüber der Chemie, vor etwa 60 Jahren kämpfte Beyrich in Berlin denselben Kampf für die Geologie gegenüber der Mineralogie, und nun konnte wohl die Paläontologie hoffen, endlich auch in unserem Lande an einigen Stellen freie Bahn für Forschung und Lehre zu erlangen. Das wäre nach meiner Kenntnis der Sachlage einige Jahre vor dem Kriege wohl auch geschehen, wenn nicht in letzter Stunde geologische und persönliche Strömungen wieder die Oberhand gewonnen hätten. Darüber länger zu streiten hat wenig Wert. Schließlich wird ja wohl das, was schon in mehreren kleinen Staaten möglich war, auch im großen Deutschland gelingen, und ich hoffe nur, daß bis dahin die eigentliche, d. h. die morphologische und physiologische Paläontologie im Lande der Entstehung dieses Faches nicht gänzlich ausgestorben sein wird. So etwas geht schneller, als man meint: denn wenn in einer Richtung gar

nichts zu erhoffen ist, dann sind es gewöhnlich die eifrigsten, die auf andern Wegen ihr Heil versuchen. Dafür könnte ich als Belege deutlich redende Briefe einstiger Jünger der Paläontologie vorführen, die sich bei der absoluten Aussichtslosigkeit unseres Faches anderen biologischen Arbeitsgebieten zuwandten.

Selbstverständlich habe ich niemals, wie meine Gegner fortgesetzt trotz aller Proteste angeben, die Brücken zur Geologie abbrechen wollen oder gar die Berechtigung faunistisch-paläontologischer Forschungen bestritten, nur stehen diese letzteren zu der spezifischen Paläontologie in demselben Verhältnis wie faunistische Forschungen zu der — sagen wir kurz — akademischen Zoologie. Zudem brauchen wir uns um diesen Zweig der Paläontologie zunächst wirklich kaum zu sorgen, da er in Deutschland auf eine große Zahl geologischer Stellen gestützt ist und in diesen voraussichtlich noch auf lange Zeit hinaus vielseitige Pflege finden wird.

Herrn Pompeckj brauche ich auf seine Berichtigungen nur noch wenig zu erwidern. Zur Sache behauptete er, daß meine Hinweise auf die Gliederung der paläontologischen Lehrstühle in Wien unrichtig seien, und beruft sich dazu auf einen Brief von Eduard Suess, daß in Wien der Ordinarius der Paläontologie auch die historische Geologie lese. Wenn das gelegentlich der Fall war, so muß dieses Übergangsstadium jedenfalls weit zurückliegen, denn wie mir Herr Schaffer aus Wien nach dem Lesen des Pompeckjschen Aufsatzes schrieb, habe der Ordinarius für Paläontologie höchstens aushilfsweise historische Geologie gelesen; seit 1913 habe er als Geologe den Lehrauftrag für diese als „Geologie der Sedimente", vorher habe der Ordinarius für Geologie diese Vorlesung gehalten. In Wien sind also Geologie und Paläontologie ganz getrennt und genau so besetzt, wie ich es vorgeschlagen habe und keineswegs so, wie Herr Pompeckj die Teilung wünscht. Damit erledigen sich auch entsprechende Behauptungen Branca's, die obige Angaben Pompeckj's aufnehmen und mit weiteren Irrtümern versehen. In Wien bestehen an der Universität zwei volle Ordinariate und ein Extraordinariat für Paläontologie der Tiere, andere Stellen für Paläontologie der Pflanzen. In ganz Deutschland gibt es dagegen meines Wissens bisher nur einen Lehrauftrag allein für Paläontologie, und zwar an einer technischen Hochschule. Bei dieser Sachlage ist es wohl müßig, die Betrachtungen Branca's näher zu prüfen, mit denen er aus dem Verhältnis des Flächeninhaltes zu der Zahl der geologischen bezw. paläontologischen Stellen in verschiedenen Ländern samt ihren Kolonien ein glückliches Dasein der deutschen Paläontologie herausrechnet (dies. Centralbl. 1916, p. 304—310). Auch Herrn Branca's Warnungen vor den verhängnisvollen Gefahren einer Errichtung selbständiger paläontologischer Museen können auch in ihrer neuen Aufmachung nicht zu einer Widerlegung reizen.

Herr Pompeckj hatte in seinen ersten Angriffen gegen meine Richtung in der Paläontologie behauptet, daß mich eine Entfremdung von der Geologie dazu gebracht hätte, die wichtigen Dinosaurierfunde von Halberstadt für jurassisch zu erklären. Seine Worte mußten jedem Leser den Eindruck machen, daß ich einen solchen Irrtum literarisch oder mindestens öffentlich festgelegt und erst durch seine Belehrung aufgegeben hätte. Er unterstreicht den Vorwurf, der in dieser Anschuldigung lag, jetzt noch durch die Bemerkung, daß jeder halbwegs ausgebildete Student der Geologie über die Altersbestimmung der typischen bunten Mergel als oberen Keuper nicht im Zweifel hätte sein können. Ich hatte seinem Vorwurf gegenüber von einer böswilligen Verleumdung gesprochen und Herr Pompeckj ist nun daraufhin mit seinen Belegen für seine Beschuldigungen herausgekommen. Das erste dieser zwei sehr bemerkenswerten Dokumente soll eine mündliche private Mitteilung von mir an ihn gewesen sein. Er fügt hinzu: „Natürlich wird Jaekel das jetzt voll Entrüstung ablengnen. Ich kann mich auch nicht entsinnen, ob in Hörweite ein Zeuge zugegen war.“ Diese „Ablengnung“ habe ich zum Glück nicht nötig, denn ich hatte etwa drei Monate vor jenem Gespräch in Berlin in der Deutschen Geologischen Gesellschaft im März 1910 einen Vortrag über die neuen Dinosaurierfunde in der Trias von Halberstadt gehalten, und in dem betreffenden Sitzungsprotokoll, das bekanntlich sofort gedruckt wird, steht Jahrgang 1910, Monatsberichte p. 271, für jeden klar und deutlich nachzulesen, daß es sich um Plateosauriden aus dem obersten Keuper handele. Und nun behauptet Herr Pompeckj, noch die Worte zu wissen, mit denen ich ihm zwei oder drei Monate später — er war bei mir, als ich im Sommer 1910 das dritte Exemplar ausgrub — das liassische Alter der Fundstelle behauptet hätte! Fast ebenso eigenartig ist das andere Beweisstück des Herrn Kollegen, es ist der Ausschnitt eines anonymen Zeitungsartikels einer Halberstädter Zeitung, der nach einer Mitteilung der Redaktion von einem Halberstädter Herrn T. und mir stamme, und nun behauptet Herr Pompeckj kurzweg, daß der betreffende Passus über die geologischen Verhältnisse im Süden von Halberstadt von mir herrühre. Welchen Anteil soll wohl jener Halberstädter Herr an dem Artikel gehabt haben, etwa die den zweiten Teil desselben bildenden Hinweise darauf, daß die Präparation und Erhaltung solcher fossilen Skelette äußerst schwierig sei und der Fund deshalb in ein Zentralmuseum gehöre! Selbstverständlich hatte ich diesen Beitrag zu jenem Artikel geliefert, denn darauf kam zunächst, abgesehen von den Bergungsarbeiten, in jenen ersten Tagen meines Halberstädter Aufenthaltes alles an, und da ich in dieser Hinsicht sehr erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden hatte, so beschränkte ich mich darauf, den Halberstädter Herren betreffs der Altersbestimmung nur meine Bedenken zu äußern, bis ich zur Klarstellung

dieser Frage Zeit fand; das war auch nach einigen Tagen angestrengter Bergungsarbeiten und schwieriger Verhandlungen der Fall. Zur Rechtfertigung der Halberstädter Geologen möchte ich übrigens noch bemerken, daß die charakteristischen „bunten Tone“ erst später bei dem Abbau der Grube zutage traten. Zuerst waren unter den sandigen Schichten, die vielleicht schon dem Rhät angehören, nur graue Tone aufgeschlossen. Etwas ähnliche graue Tone finden sich nahe bei unserem Fundort in dem unteren Lias des Kanonenberges in Halberstadt, wo zufällig darüber auch sandige Schichten des Cardinien-Horizontes liegen. Da war also ein Irrtum der dortigen Herren erklärlich, zumal die geologische Karte des nördlichen Harzvorlandes an dem Dinosaurierfundort Lias angab, und die von Herrn Torger zuerst nach Berlin an das geologisch-paläontologische Institut und Museum gesandten Dinosaurierknochen als Plesiosaurierreste bestimmt worden waren[1]. Daß ich die Fundschicht wenige Tage nach meinem Eintreffen Ende Oktober 1909 als Keuper erkannt hatte, beweist ein Brief des Herrn Torger vom 6. November 1909 und ein Protokoll der Museumskommission in Halberstadt vom 1. November desselben Jahres, in denen meine Funde als Plateosauriden *(Gresslyosaurus)* erwähnt werden.

Das sind die typischen Keuper-Dinosaurier, und da soll ich noch im nächstfolgenden Sommer Herrn Pompeckj von dem jurassischen Alter der Reste gesprochen haben!

Ich kann mich bei diesem Tatbestande nun wohl jeglichen Urteils über das Vorgehen und die Beschuldigungen des Herrn Kollegen Pompeckj enthalten.

Daß Herr Pompeckj meine Bemühungen um die Begründung und Richtung der Paläontologischen Gesellschaft anders ansieht als ich, ist selbstverständlich sein unbestreitbares Recht, und daß er von seinem Standpunkte aus der geologischen Seite der Paläontologie mehr Einfluß zuweisen wollte als ich, dem es zunächst darauf ankam, sie gerade von dem Gängelbande der Geologie auch bei uns frei zu machen, wird jeder verstehen. Es handelte sich aber in dieser Sache meinerseits um einen Einspruch gegen die Mittel, die Herr Pompeckj für seinen Zweck anwandte. Hierbei spielte auch die Frage, ob Herr Abel in den Vorstand gewählt würde, eine sehr bedeutende Rolle. Es handelte sich dabei nicht nur um ihn und seine Wiener Schule, sondern um die physiologische Richtung in unserem Fache, deren Hauptvertreter er ist. Deshalb wünschte ich sehr seine Mitwirkung, die er mir unter Zurückstellung seiner eigenen Pläne auch vorher zusagte, falls es mir gelänge,

[1] Herr Branca behauptete, daß die recht auffällige Bestimmung des distalen Gelenkendes eines Dinosaurier-Femur als Plesiosaurier-Rest in seinem Institut von einem meiner Schüler herrührte. Auch diese Anschuldigung wird durch den mir vorliegenden Originalbrief aus Berlin widerlegt

ihm und seiner Richtung einen maßgebenden Einfluß in der Gesellschaft zu sichern. Das war es, worum ich auf den ersten Versammlungen unserer Gesellschaft in Greifswald und Halberstadt gekämpft habe, und was an Einwänden des Herrn Pompeckj scheiterte. Auch das konnte noch wie ein Kampf um Richtungen in der Paläontologie aussehen. Nun aber schrieb Herr Pompeckj Herrn Abel, wie lebhaft er es bedaure, daß Abel bei uns nicht mitwirken wolle, das wäre „schon Jaekel's wegen" doch sehr wünschenswert gewesen (!). Da wurde ich also nun gegen Herrn Abel ausgespielt, und jetzt nach Jahren löste sich endlich durch meine Verteidigung gegen Herrn Pompeckj die Verstimmung, die Herr Abel seit dieser Zeit gegen mich hegte. Herr Pompeckj wird wohl kaum behaupten, daß er diese Trennung von uns so ganz unbewußt erregt habe und jedenfalls durfte sie ihm bei der Verfolgung seiner Ziele sehr zustatten gekommen sein.

Herr Pompeckj suchte bei jeder Gelegenheit mein Bestreben, die biologische Richtung in der paläontologischen Gesellschaft zur Geltung zu bringen, als persönliche Neigung und Herrschsucht meinerseits hinzustellen und es sich zum besonderen Verdienst um die Gesellschaft anzurechnen, daß er meinem Einfluß in derselben möglichst entgegen arbeitete. Wenn dieser wirklich für unser Fach so bedenklich wäre, dann würden sich wohl nicht fast alle namhaften Paläontologen der Welt meiner Gründung angeschlossen haben, noch bevor die Gesellschaft und die von mir vorher begründete Zeitschrift Beweise ihrer Leistungsfähigkeit erbringen konnten. Daß mich dieses Vertrauen der Kollegen verpflichtet, die von mir eingeschlagene Richtung festzuhalten und energisch zu verteidigen, bis die Gesellschaft aus den Fährlichkeiten ihrer ersten Entwicklungsjahre hinaus ist, bedarf wohl bei allen, denen es lediglich auf die Förderung unseres Faches ankommt, keiner näheren Begründung. Würden wir aber, wie es Herr Pompeckj will, unsere Gesellschaft und Zeitschrift in das geologisch-faunistische Fahrwasser zurückleiten, so hätten wir, wie Eberhard Fraas sehr richtig betonte, auf ihre Gründung verzichten können.

Herr Branca leitet seine durch 4 Hefte dieses Centralblattes fortlaufenden Angriffe gegen mich mit der Behauptung ein, daß er von mir angegriffen, ja sogar beschimpft worden sei. Demgegenüber konstatiere ich, daß ich Herrn Branca nie angegriffen habe, sondern nur zu einigen wenigen Punkten seiner Behauptungen rein sachlich Stellung nahm. Ich vertrete meine Auffassungen über Ziele und Wege paläontologischer Forschungen seit dem Jahre 1893 in der Öffentlichkeit [1], und habe mich, das gebe ich zu, auch während ich

[1] Über die Beziehungen der Paläontologie zur Zoologie. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. in Göttingen 1893 (Leipzig, Engelmann. 1894). Dort steht z. B p. 80: „Daß der Hauptwert der Fossilien in ihnen selbst liegen

in Berlin Untergebener des Herrn Branca war, von meiner Überzeugung nicht abbringen lassen. Ich meine, das ist mein gutes Recht. um so mehr, als der von mir vertretene Standpunkt außerhalb unserer Grenzen längst anerkannt ist. Ich habe aber erst nach meinem Weggange von Berlin, und zwar auf ausdrückliche Anregung von höherer Stelle, meine Ansicht von neuem öffentlich begründet.

Wenn sich Herr Branca mit Herrn Pompeckj soweit identifiziert hat, daß er meine Abwehr gegen den letzteren ebenso auf sich bezieht und „Anwürfe Jaekel's gegen uns“ nennt, so ist das eine Verkoppelung von Interessen, mit denen ich nichts zu tun habe. Auch seine Hinweise auf einen Streit, den ich vor 15 Jahren mit Herrn Prof. L. Plate betreffs meiner dem Darwinismus scharf gegenüber gestellten Ansichten über Entwicklungslehre hatte, hat mit den uns hier beschäftigenden Fragen nicht das geringste zu tun. Auf weitgehende Übertreibungen dieser Angelegenheit will ich daher auch nicht näher eingehen.

Herr Kollege Branca hat nun die Angriffe gegen mich. die Herr Pompeckj zuerst noch sachlichen Gesichtspunkten untergeordnet hatte, zum Gegenstand schärfster persönlicher Angriffe gemacht, die nahezu 100 Seiten umfassen. Das ist wohl ein Novum in der Wissenschaft, noch mehr aber, daß Herr Branca bei diesen Angriffen mit absolutester Einseitigkeit verfährt. Er hat aus meinen ca. 140 Publikationen die Punkte herausgesucht, die er für falsch hält. Kein Wort von ihm wird der sonstigen Bedeutung der herangezogenen Arbeiten gerecht. Was an ihnen gut und schlecht ist, das wird wohl erst die Zukunft entscheiden, und ich hoffe, deren Entscheidung noch dadurch günstig beeinflussen zu können, daß ich doch noch einmal in die wissenschaftliche Lage versetzt werde, größere von mir begonnene Arbeiten zu Ende zu führen und dabei viele neue Gesichtspunkte, die ich bisher nur gelegentlich andeuten

muß als Dokumenten der Entwicklung der Tierwelt, und daß ihre praktische Verwertung seitens der Geologie nur eine nebensächliche ist, welche mit ihrem inneren Wesen nichts zu tun hat“ und „Der Schnitt muß unbedingt so gezogen werden, daß die Lehre vom Bau und der Entwicklung der Erde mit den Wissenschaften verschmolzen wird. welche sich das Studium der leblosen Stoffe und Kräfte zur Aufgabe gestellt haben; die Lehre aber vom Bau und der Entwicklung ihrer Bewohner bildet ein untrennbares Ganze. welches man als Ontologie bezeichnen kann. Paläontologie und Neontologie sind keine natürlichen Teile derselben, wohl aber Zoologie und Botanik.“ Ferner p. 82: „Das paläontologische Sammlungsmaterial ist an vielen Universitäten und Museen bereits ganz von dem der historischen Geologie dienenden Leitfossil-Sammlungen getrennt, und indem es zoologisch-botanisch angeordnet ist, von allen geologischen Gesichtspunkten losgelöst.“ Da sind also bereits alle die Gesichtspunkte betont, deren Vertretung 15 Jahre später Herr Branca als persönlichen Angriff gegen sich auffaßt.

konnte, im Zusammenhange darzustellen. Dann hoffe ich auch anderen, die meinen Anregungen zu neuen Ansichten wohlwollender gegenüberstehen, vieles in seinem Sinn und seiner Tragweite klar machen zu können, was ihnen wohl bisher nur eine problematische Bedeutung zu haben scheint. Das gilt z. B. von der Möglichkeit spontaner tiefgreifender Umbildungen, zu denen ich die Anregung in inneren Spannungen suchte, und die ja unabhängig von mir Hugo de Vries gleichzeitig durch seine botanischen Versuche tatsächlich, wenn auch in geringerem Umfange, als ich sie annehme, erwiesen hat.

Herr Branca führt als weiteres Beispiel meiner zwecklosen Phantasie meine Hypothese an, daß der Knorpel wesentlich ein embryonales Präformationsmittel des Knochens sei und daher nicht die stammesgeschichtliche Bedeutung besitze, die ihm in der vergleichenden Anatomie und Zoologie zugeschrieben wurde. Herr Branca hat ganz recht, wenn er sagt, daß ich mit solchen Behauptungen „das diametrale Gegenteil von dem bisher als richtig Erkannten" lehre, aber er hat übersehen, daß diese Auffassung inzwischen von sehr kompetenten Beurteilern in der Anatomie bereits angenommen ist, und von Herrn von Ebner-Wien schon bei der Eröffnung der Anatomen-Versammlung in Leipzig 1911 als eine der bemerkenswerten Neuerungen in der anatomischen Wissenschaft hervorgehoben wurde[1].

Über die Genese des Innenskelettes stehen sich die Auffassungen ja seit langer Zeit scharf gegenüber. Meine vorläufig und gelegentlich hierzu geäußerten Anschauungen nehmen in wichtigen Punkten einen vermittelnden Standpunkt ein und knüpften immer an beobachtete Tatsachen an. Sie waren also nicht gänzlich unbegründet, wie Herr Branca sagt, aber freilich unbewiesen. Das werden solche Arbeitshypothesen ja wohl immer bleiben, schlimm ist es nur, wenn sie zu unantastbaren Lehrmeinungen erstarren. Gegen solche muß ich leider oft angehen.

Herrn Branca's Angaben über „direktes Atmen eines Gehirns" sind durchaus entstellt. Zunächst diene folgendes zur Aufklärung des Tatbestandes. In einer Schrift „Über *Tremataspis* und Patten's Ableitung der Wirbeltiere von Arthropoden" (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1903. p. 84) hatte ich die eigenartige Ausbildung der Sinnesorgane am Kopf jenes silurischen Fisches besprochen und glaube dabei gegenüber der bisher ganz unsicheren Beurteilung seiner Organe die Lage der Nasen, Augen, des Parietalorganes und der Ohren klargestellt zu haben. Für das vorher ganz rätselhafte Organ hinter den Augen, deren bisherige Deutungen als Parietalorgan (Rohon) und Ohren (Patten) durch meine Unter-

[1] Verh. d. anatom. Ges. 25. Versammlung Leipzig. 1911. Gust. Fischer. p. 12, 13.

suchung unhaltbar geworden waren, fügte ich dann folgenden Satz an: „Ich möchte dabei den Gehirnanatomen und Physiologen die Frage vorlegen, ob eine danach zu vermutende Berührung der Rautengrube des Gehirns mit der Außenwelt vielleicht auf einen primitiven Gasaustausch des viel Sauerstoff verbrauchenden Gehirnes zurückgeführt werden könnte.“ Eine vorsichtigere Form der Annahme kann es doch wohl kaum geben. Herr Branca aber erwähnt von dieser Vorsicht nichts, sondern bezieht sich diesmal nur auf die Buchstaben, die zur Erklärung einer Textfigur dienten. Ein solches Zitieren als Basis schärfster persönlicher Angriffe dürfte wohl nicht nur mir, sondern auch anderen befremdlich erscheinen. Herr Branca aber vervollständigt es noch durch eine Angabe, die offenbar beweisen soll, daß ein Gehirnphysiologe jene Deutung von mir lächerlich gemacht habe. Tatsächlich hatte gerade dieser Herr meine Deutung als möglich bezeichnet und ist nach dem betreffenden Vortrage nur einem mir selbst entgangenen scherzenden Zwischenruf entgegengetreten, indem er darauf hinwies, daß selbstverständlich der Gasaustausch durch Vermittlung eines Gefäßgeflechtes erfolgt sein müßte. Ob im Hinblick auf jenes problematische Organ der wohl witzig sein sollende Hinweis des Herrn Branca auf die Fontanelle des menschlichen Schädels irgendwie angebracht war, lasse ich dahingestellt. Ähnlich mutet mich die Belehrung des Herrn Kollegen an, die er mir betreffs des Unterschiedes eines Wirbeltierfußes und einer Krebsgliedmaße erteilt. Ich hatte in einer Arbeit über die Entstehung der paarigen Gliedmaßen den umgekehrten Weg wie bisher eingeschlagen und versucht, das Skelett der Fischflosse aus dem des Tetrapodenfußes herzuleiten (Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1909. p. 707). Ob ich gegenüber allen bisherigen mißlungenen Versuchen, auf dem entgegengesetzten Wege zu einem befriedigenden Resultat zu kommen, meinerseits das Richtigere getroffen habe, wird sich wohl nicht so bald entscheiden lassen, jedenfalls mußte mich aber mein Gedankengang bei konsequenter Durchführung schließlich zu der Endfrage leiten, woraus denn überhaupt die Wirbeltierbeine hervorgegangen sein könnten. Das habe ich am Schlusse jener Arbeit mit aller möglichen Vorsicht getan, und Herr Branca übersieht im Eifer seiner Kritik, daß die Hypothese Gegenbaur's, der die Gliedmaßen aus Radien von Kiemenbögen ableitete, oder diejenige Balfour's u. a., daß sie aus Seitenfalten des Rumpfes entstanden, mindestens ebenso weitgreifende Hypothesen waren wie die meine. Ich schloß jene Schlußbetrachtung mit den Worten: „Ich bin selbstverständlich über den problematischen Charakter dieser Vergleiche nicht im Zweifel, denke aber, daß die oben angeführten Tatsachen geeignet sind, die Frage nach der Entstehung der paarigen Extremitäten aus dem bisherigen ergebnislosen Streit der Meinungen in aussichtsvollere Bahnen zu leiten.“

Ob Herr Branca unter anderem die Momente kritisch beurteilen kann, die mich veranlaßten, den Proatlas mit dem Schulterbogen in Beziehung zu bringen, glaube ich bezweifeln zu dürfen. Dazu muß man in die Metamerie des Wirbeltierkörpers tiefer eingedrungen sein und auch die neuen Momente objektiv würdigen können, die ich über die Zugehörigkeit der Kiemen zu der Occipitalregion des Schädels beibrachte, und die sehr gründliche anatomische Ergebnisse älterer Autoren weiterführten. Die rückwärtige Verschiebung der Kiemenregion und des Schultergürtels sind anerkannte Tatsachen, und nun liegt der Schluß wohl nicht so fern, daß der bisher in die Metamerie des Wirbeltierkörpers noch nicht eingereihte Schultergürtel, der sich bei niederen Wirbeltieren unmittelbar der Kiemenregion anschließt, dem ersten und einzigen Wirbel zugehörte, bei dem man bisher noch nie eine Spur peripherer Skelettanlagen gefunden hat. Solchen Forschungen gegenüber sind doch wohl höhnische Bemerkungen wie die hier von Herrn Branca gebrauchten recht wenig angebracht.

Weiter hat Herr Branca eine Anzahl von Fällen gesammelt, in denen ich meine Anschauungen geändert, oder wie er sagt, gewechselt hätte. Ob das grundsätzlich für oder gegen die Entwicklungsfähigkeit eines Forschers spricht, überlasse ich dem Urteil des Lesers und will auf die Belege für obige Anklage nur mit wenig Worten eingehen. Die Deutung der Vogelhand schließt sich in meinem Handbuch der Wirbeltiere 1911 noch dem damals herrschenden Standpunkt der vergleichenden Anatomie an, war aber von mir schon mit folgender Bemerkung begleitet: „Die Beurteilung der Flügelbildung ist insofern noch unklar, als wir nicht wissen, welche Finger das definitive distale Fingerskelett zusammensetzen.“ Eben wegen dieser Unklarheit nahm ich später dieses Problem meinerseits auf und kam nun zu einer anderen Auffassung, die einige inzwischen veröffentlichte, aber anders gedeutete embryologische Ergebnisse mit neuen paläontologischen Entdeckungen an dem Handskelett meiner Halberstädter Dinosaurier in Einklang brachte. Ob meine fortschreitenden Untersuchungen über diese Halberstädter und andere Dinosaurier einen Fortschritt gegenüber älteren Ansichten von anderen und von mir bedeuten. weiß ich nicht, und das scheint wohl auch Herrn Branca hierbei nebensächlich. Aber der „wiederholte Wechsel der Ansicht“, der doch die ganze Dinosaurierforschung der letzten 10 Jahre bewegt und in Fluß gebracht hat, scheint ihm bei mir äußerst bedenklich.

Daß ihm meine neuen Ansichten „Über den Bau des Schädels“ (Anat. Anzeiger 1913) in verschiedener Hinsicht unverständlich sind, will ich gern glauben, denn auch die hierin arbeitenden Anatomen werden, wie Herr Barfurth nach meinem Vortrage sagte, noch Schwierigkeiten haben, „sie in Einklang zu bringen mit unseren bisherigen Vorstellungen vom Primordialschädel“. Aber

er sowohl wie Herr von Froriep-Tübingen, der in der Diskussion einen von mir vermuteten Differenzpunkt unserer Ansichten zu meinen Gunsten berichtigte, sprachen sich nach jenem anatomischen Vortrag sehr freundlich über meine Theorie aus, die Zusammenhang in viele bisher rätselhafte Erscheinungen brächte und so manche bisherige Schwierigkeit beseitige. Und nun glaubt Herr Branca, die obigen Worte des Herrn Barfurth und die, wie gesagt, gänzlich mißgedeutete Bemerkung eines anderen Diskussionsredners betreffs jenes Gehirnorganes von Cephalaspiden als eine „ironische, vollständige Ablehnung dieser Hypothesen“ hinstellen zu dürfen. Da wäre für Herrn Branca doch zum allermindesten eine Rückfrage bei Herrn Barfurth am Platze gewesen! Nicht einmal diese Rücksicht glaubte Herr Branca einer solchen Behauptung mir gegenüber schuldig zu sein.

Daß die Abstammung der Wirbeltiere und Echinodermen zu den schwierigsten Kapiteln der Stammesgeschichte gehören, ist allgemein bekannt, und diese Tatsache hätte wohl allein schon davon abhalten sollen, meine darauf bezüglichen Publikationen auf Wechsel von Anschauungen, oder wie Herr Branca dort sagt, auf Widersprüche zu durchsuchen. Herr Branca glaubt solche in der Änderung meiner Vorstellungen von den hypothetischen Urformen der Wirbeltiere zu finden und durch Gegenüberstellung einzelner Punkte beweisen zu können. Hätte er sich nur einmal die Mühe gemacht, auf den Sinn des Wechsels meiner Anschauungen einzugehen, so würde er bemerkt haben müssen, daß ich mich schrittweise von der herrschenden Meinung freimachte, die Urformen der Wirbeltiere in schwimmenden Fischen zu sehen, dann würde er auch wohl gemerkt haben, wie viele triftige und übrigens von kompetenten Forschern anerkannte Gründe ich für meine Anschauungen nach und nach ins Feld geführt habe. Daß dabei nicht gleich ein fertiges neues Gebäude an die Stelle der älteren Hypothesen zu setzen war, sondern die Umrisse erst allmählich an Schärfe gewannen, ist doch wohl bei einer so schwierigen Materie ohne weiteres selbstverständlich, und hätte ihm gerade die Vorsicht beweisen können, die er mir absprechen zu dürfen glaubt. Daß er mir p. 282 sogar gesperrt entgegenhält: „Alle Spekulationen über die Phylogenie lediglich auf Grund des geologischen Alters der Erfunde“ hätten wenig Wert etc., beweist wohl schlagender als alles andere, daß er das Maß für eine kritische Betrachtung meiner Arbeiten gänzlich verloren hat, denn ich bin doch unbestreitbar einer der Hauptvertreter der morphologischen Richtung, und das war es ja gerade, was mir Herr Pompeckj als größten Mangel vorwarf, daß ich die Aufeinanderfolge des geologischen Auftretens darüber nicht genügend bewertete. Wem der beiden Herren soll ich es nun recht machen!

Auch im ersten Band meiner Stammesgeschichte der Pelmato-

zoen ist Branca eine Änderung gegenüber einer älteren Ansicht von mir aufgestoßen. Ich hatte früher, wie übrigens wohl alle Pelmatozoen-Forscher, die einfachst gebauten Formen, die sehr alten Thecoidea, als Ausgangspunkt der Pelmatozoen angesehen. Später fand ich dann in Prag in dem Barrande'schen Cystoideen-Material eine überaus interessante Form, die allerdings mit einem Schlage das ganze Bild der bisherigen Auffassungen in neuem Lichte erscheinen ließ und die Phylogenie der Pelmatozoen noch über die Thecoidea hinaus zurückzuleiten scheint. Auch diesen Wechsel meiner Ansichten nehme ich also ohne Erröten auf mich.

In meinem Handbuche der Wirbeltiere, in dem ich zum ersten Male den Versuch durchführte, die fossilen und lebenden Formen einheitlich zusammenzufassen, hatte ich selbstverständlich sehr große Schwierigkeiten zu überwinden, zumal mir das Arbeiten über solche größere Gebiete in Greifswald ganz außerordentlich erschwert ist. Herr Branca sucht nur die Fehler heraus: sie sind numeriert mit α bis μ. Er beanstandet, daß ich von Ohren spräche, wo es sich nur um das Gehörorgan handele. Er versteht also unter „Ohr" wohl nur die äußeren Ohrmuscheln, während ich damit das innen gelegene Gehörorgan meinte. Obwohl ich ausdrücklich hervorhebe, daß bei den „vierfüßigen" Urodelen die Beine teilweise rückgebildet sind, macht er den Einwand, daß *Siren* doch nur zwei Vorderfüße habe. In einer kurzen Handbuch-Definition kann man doch unmöglich alle Besonderheiten einzeln aufführen, und daß die Hinterbeine von *Siren* zurückgebildet sind, wird doch niemand bestreiten. Branca moniert ferner, daß ich den Schläfenbogen der Paratheria dem der Säugetiere gleichsetze. Das ist bisher allgemein geschehen, wenn auch nicht alle Fälle in dieser Hinsicht vollkommen geklärt sind. Auch der Phalangenformel wird allgemein große systematische Bedeutung beigemessen, und es muß doch wirklich komisch wirken, daß Herr Branca mir dazu entgegenhält, daß Herr G. Tornier zwei Jahre nach dem Erscheinen meines Buches eine andere Ansicht über den Wert der Phalangenzahl publiziert hätte. Er kritisiert den Ausdruck „wechselblütig". Es müßte „wechselwarm" heißen. Nun, ich glaube, daß der auch von mir verwendete Ausdruck in der zoologischen Literatur bisher noch nie Mißverständnisse erweckt hat. Selbst ein Druckfehler, der, wie er selbst sagt, dem Fachmanne ohne weiteres klar sei, muß herhalten, um den Schaden des Buches in den Händen von Studenten zu begründen. Der Setzerteufel hatte den „Blindwühlern" „verknöcherte" statt „verkümmerte" Augen zugeschrieben. Andere Einwände erklären sich aus der leider in Handbüchern unvermeidlichen Kürze der Diagnosen. Er bemerkt, daß nicht alle Eidechsen „Klettertiere" seien, nicht alle Schlangen einen walzenrunden Körper hätten, einige von ihnen nicht fußlos seien, sondern noch die der bekannten Rudimente hinteren Gliedmaßen hätten. Einige Einwände sind

natürlich berechtigt und werden wohl in einem Buche, in dem fast alle Diagnosen neu bearbeitet werden mußten, niemanden befremden, aber hat denn die Allgemeinheit an diesen Kleinigkeiten eines neuen Versuches wirklich Interesse! Solche Quisquilien befremden gewöhnlich schon in einer gründlichen Kritik, die ein Buch nach allen Richtungen und nach seinem Gesamtwerte beurteilt. Auch daß von den 280 Abbildungen dieses Buches 116 auf Grund eigener Forschungen neu gezeichnet sind, ist ihm einer Erwähnung nicht wert, daß aber eine von mir kopierte, bekannte, aber leider als Kopie nicht vermerkte Abbildung einen Mangel aufweist, das betont er und erörtert eingehend den Anteil der Schuld, der mich dabei träfe.

Im Interesse der Sache würde es doch wirklich genügt haben, mir jene Ausstände mitzuteilen oder mitteilen zu lassen. Ich wäre dafür gewiß dankbar gewesen, auch wenn ich die Berechtigung nicht in jedem Falle eingesehen hätte.

Über den Wert von Hypothesen werden die Meinungen in der Wissenschaft immer weit auseinandergehen, weil diese Frage je nach der persönlichen Veranlagung sehr verschieden beurteilt werden kann. Wer in der Hauptsache rezeptiv die Erscheinungen in sich aufnimmt, wird in der Gründlichkeit der Beobachtung die wesentlichste Aufgabe der Forschung erblicken. Wer durch seine Anlagen oder durch seine Forschungsgebiete mehr Veranlassung hat, die Erscheinungen in einen inneren Zusammenhang zu bringen, wird versuchen, sie auch in ihren äußersten Konsequenzen durchzudenken. Da werden tägliche Konflikte mit bestehenden Anschauungen die Erkenntnis begünstigen, daß viele Ansichten, mit denen wir täglich operieren, Vorurteile sind, die nur deshalb zu unantastbaren Lehrmeinungen wurden, weil sich seit ihrer Begründung niemand mehr die Mühe machte, ihre einstigen Unterlagen nachzuprüfen. Mich hat die Auffassung der Fossilien als Organismen der Vorzeit und das eifrige Bestreben, die Tatsachen der Paläontologie mit den Anschauungen der Zoologie, Embryologie und vergleichenden Anatomie in Beziehung zu bringen, naturgemäß zum Kritiker der auf diesen Gebieten auch oft hypothetisch gewonnenen Anschauungen gemacht. Wenn solche Bestrebungen aber einer Kritik im allgemeinen unterzogen werden, dann sollte meines Erachtens den objektiven Unterlagen für die hypothetischen Folgerungen größere Bedeutung zugemessen werden, als dies gewöhnlich und besonders seitens des Herrn Branca mir gegenüber geschieht. Herr Branca weiß doch besser als die meisten anderen Fachgenossen, welches Maß allein schon an sorgfältigster Präparation ich auf die Klarstellung von Fossilien verlege. Daß der hierdurch gewonnene Beobachtungsstoff mich schon vor groben Mißgriffen bewahren dürfte, liegt doch sehr nahe. Es dürfte wohl auch anderen weniger bedenklich erscheinen, daß meine Phantasie erst einsetzt, wenn meine Mikroskope und meine Präparationsnadeln versagen, als wenn beispielsweise Herr Branca in seiner Arbeit „Sind alle im Innern

von Ichthyosauren liegenden Jungen ausnahmslos Embryonen?" kurzerhand die längst auch in der Paläontologie allgemein bekannten Kehlringe liassischer Krokodile als Skelette verschluckter Jugendformen beschreibt und abbildet. Mein Hauptfehler liegt meines Erachtens auf einem andern Gebiete, der Benützung und Beachtung der Literatur. Ich habe es für die Forschung praktisch gefunden, erst meine eigenen Untersuchungen zu beenden, ehe ich nachlese, was andere darüber meinten. Das bietet den unleugbaren Vorteil, daß der Kampf mit dem Material durch Vorurteile möglichst wenig gestört wird. Es hat aber den Nachteil, daß dann im Drang vieler Arbeiten das Studium der Literatur oft zu kurz kommt. Da nun aber die ausgiebige Beachtung der älteren Arbeiten einen äußerst wichtigen Teil unserer literarischen Tätigkeit zu bilden scheint, so bin ich natürlich über den mir daraus erwachsenden Nachteil nicht im unklaren. In unserer jungen Wissenschaft ist aber noch so ungeheuer viel zu präparieren und zu erforschen, daß ich meine persönlichen Nachteile noch immer in Kauf nehme, um meine Kräfte den Objekten widmen zu können. In dieser Hinsicht vermisse ich im allgemeinen und persönlich besonders stark den Mangel einer praktischen Organisation unserer wissenschaftlichen Arbeit.

Wie in der ersten Schrift des Herrn Pompeckj sind auch in der des Herrn Branca ungünstige Äußerungen anderer Forscher über mich gesammelt und drastisch zusammengestellt. Aus der Paläontologie, wo ich doch nun unbestreitbar auf den verschiedensten Gebieten forschend eingegriffen habe, muß nun wieder die schon von Herrn Pompeckj reichlich ausgeschlachtete Bemerkung von Sam. Williston herhalten, in der er meinen unfreiwilligen Versuch einer systematischen Gliederung der ältesten, äußerst mangelhaft bekannten Tetrapoden mit einer kräftigen Redensart abweist. Ich meine, es müßten sich doch, wenn meine Forschungen wirklich so verfehlt wären, wie Herr Branca beweisen will, in meinem Hauptarbeitsfeld mehr Belege meiner Sünden finden, damit der eine nicht allzuoft aufgetischt zu werden braucht. Aus der Anatomie zitiert Herr Branca hier nochmals die oben schon erwähnten zwei gänzlich mißdeuteten Diskussionsbemerkungen zu einem Vortrag von mir über den Bau des Schädels in der anatomischen Gesellschaft. Herrn Ludwig Plate, dem er als Zoologen kurzweg die kritische Vernichtung „des phylogenetisch-embryologischen Teiles der Jaekel'schen Hypothesen" zuschreibt, obwohl sich Herr Plate gar nicht speziell als Phylogenetiker oder als Embryologe betätigt hat, vor allem als Darwinist gegen mich zu Felde zog und dabei ausdrücklich bemerkte, „von bleibendem Wert sind hingegen die direkten Beobachtungen an dem fossilen Material, namentlich an Pelmatozoen". Wenn Herr Branca am Schluß seiner Angriffe gegen meine Forschertätigkeit zu dem Ergebnis gelangt, daß ein Tiefstand der deutschen Paläontologie nur durch mich bezeichnet werde, so dürfte dieser höchste Trumpf wohl auch

die unserem Fache fernstehenden Leser des Neuen Jahrbuches für Mineralogie etc. über die Bewertung seiner Angriffe ausreichend aufklären.

Hiermit hoffte ich meine Abwehr in dem Kampfe der Herren Pompeckj und Branca gegen mich beschließen zu können, finde nun aber ebenfalls in diesem Centralblatte neue Angriffe von Herrn Guido Hoffmann, der noch vor einigen Monaten bei mir anfragte, ob er einen Coccosteiden nach mir benennen dürfte, und der nun der Beschreibung eines Stückes der Berliner paläontologischen Sammlung recht unvermittelt einige Ausfälle gegen meine Person einfügt, die mindestens in ihrer Tonart die vorher behandelten Angriffe noch übertreffen.

Zur Aufklärung über diesen Teil des Schlachtfeldes diene zunächst folgendes. Vor einigen Jahren hatte ich Herrn Guido Hoffmann, der damals in Greifswald studierte, ein neues Material russischer Placodermen zur Beschreibung übergeben, das mir von Petersburg aus zugesandt worden war, und habe ihn unter anderem auch darauf aufmerksam gemacht, daß in der Organisation der Asterolepiden eine Plattengrenze ihres Rumpfpanzers der Aufklärung bedürfe, die ich an einem Berliner Stück einst zu sehen glaubte, die aber von Herrn R. Traquair in Edinburgh nicht anerkannt worden war und mir selbst später fraglich wurde. Das betreffende Stück der Berliner Sammlung, das ich damals als abgebildetes Original-Exemplar Beyrich's präparatorisch nicht antasten durfte, ist nun Herrn Hoffmann von Herrn Branca zu dieser Klarstellung anvertraut worden, und diese hat nach den Angaben des Herrn Hoffmann gegen meine frühere Annahme entschieden. Daß ich damals ohne die Möglichkeit näherer Präparation den Schleimkanal für eine Plattengrenze hielt und den Kanal in der darüberliegenden Kante vermutete, wird durch Hoffmann's eigene Worte l. c. p. 494 wohl entschuldbar erscheinen. Er sagt 1909: „Der Schleimkanal ist eigenartig, weil er fast unter der Oberfläche der Platte verläuft, während bei allen sonstigen Funden die Schleimkanäle wie Rinnen in die Platten eingesenkt erscheinen." Herr Branca verweist hierauf jetzt in seiner Schrift p. 287 mit folgenden Worten: „Bei der leichten Unterscheidbarkeit dieser Seitenlinie von einer Naht und bei der sehr großen Wichtigkeit, die der Seitenlinie überhaupt zukommt, ist eine solche Verwechslung jedenfalls sehr überraschend." Auch hierzu ist wohl jeder Kommentar überflüssig! — Meine Auffassung war damals auch noch durch einen anderen Befund bestärkt worden, der bei einem schottischen *Pterichthys cornutus* die Seitenplatten an entsprechender Stelle zerlegt zeigte. Das kann natürlich ein Bruch und damit ein Zufall gewesen sein. Mir schienen aber jene Beobachtungen dafür zu sprechen, daß der Rumpfpanzer der Asterolepiden mit dem der Coccosteiden, mit dem er in anderen Teilen ganz auffallend übereinstimmt, auch in diesem Punkte har-

moniere. Daß mit obiger Annahme auch diese Konsequenz hinfällig wird, scheint mir weder für mich noch für die Wissenschaft irgendwie erschütternd, und Herr Hoffmann hatte diesen kleinen Beitrag zur Kenntnis der Asterolepiden auch 1909 mit aller sachlichen Ruhe und Bescheidenheit zum Ausdruck gebracht (Centralbl. 1909. p. 491). Hiermit stehen nun die beiden neuesten Publikationen des Herrn Hoffmann (dies. Centralbl. 1916. No. 17, p. 420 und No. 18, p. 444) in einem sehr auffallenden Gegensatz. Wie ich aus deren kurzen Andeutungen entnehme, baut er zwar — ohne dies übrigens irgendwie zu erwähnen — auf meinen für die Beurteilung der Organisation der Placodermen grundlegenden Feststellungen weiter, ist aber auf Grund jener Seitenlinie und einiger Beobachtungen über wechselnde Anlagerungsverhältnisse einiger Rumpfplatten zu der Überzeugung gelangt, daß er meine Ansichten über die Morphogenie der Placodermen „ad absurdum geführt“ habe, meinen Stammbaum auf den Kopf stellen müsse, und sogar, wie er wörtlich schreibt, meine „Abstammungstheorie“ gänzlich widerlegt habe. Herr Hoffmann gibt bei seinen Angriffen leider keine Zitate meiner Schriften, und da ich ziemlich viel über Placodermen geschrieben habe, und meine langjährigen Forschungen auf diesem Gebiete natürlich nicht nur ältere Auffassungen anderer, sondern auch meine eigenen Ansichten mehrfach modifiziert haben, so ist es für mich schwer, mich gegen seine allgemeinen Behauptungen über meine Ansichten zu rechtfertigen. Wenn er meinen „Stammbaum“ der Asterolepiden meint auf den Kopf stellen zu müssen, so glaube ich annehmen zu dürfen, daß er sich auf meine einzige Spezialarbeit über Asterolepiden bezieht. In dieser ist nun von einem „Stammbaum“ zwar keine Rede, aber die notwendige Erörterung der stammesgeschichtlichen Beziehungen der Asterolepiden ist mit folgenden Sätzen eingeleitet: „Die phyletische Stellung der Asterolepiden genau zu präzisieren, ist zurzeit leider noch nicht möglich“, und nach Aufzählung der Schwierigkeiten folgt p. 58: „Es scheint mir vermessen, schon jetzt bei unserer mangelhaften Kenntnis der meisten dieser Formen eine morphogenetische Gliederung dieses ganzen Formenkreises vorzunehmen. Je größer das Interesse ist, das sich naturgemäß an diese ältesten Wirbeltiere — es handelt sich dabei nicht nur um die relativ jungen Asterolepiden, sondern um den ganzen Formenkreis der ältesten Panzerfische — knüpft, um so vorsichtiger sollte man in morphologischen Fragen ihnen gegenüber sein.“ Herr Hoffmann aber schreibt mir kurzerhand eine der seinigen entgegengesetzte Auffassung zu, um dann seinerseits in gesperrtem Satz emphatisch zu erklären: „Alle deszendenztheoretischen Betrachtungen über Asterolepiden haben, das möchte ich ausdrücklich festgestellt haben, nur paläontologischen Anregungswert.“ Daraus muß doch jeder Leser den Schluß ziehen, daß ich den Wert meiner Anregungen sehr überschätzt hätte, und Herr Hoffmann der vorsichtig abwägende Gelehrte sei. Tatsächlich

muß aber Herr Hoffmann doch seine Ansichten hierüber für absolut gesichert halten, daß er behaupten kann, die meinigen auf den Kopf stellen zu müssen, und daß schon die Verkümmerung des hinteren Schultergürtels von *Coccosteus* allein genüge, „um Jaekel ad absurdum zu führen“. Ich glaube, diese Zitate sprechen für sich. Was Herr Hoffmann mit der kurzen Bemerkung über den Schultergürtel von *Coccosteus*, den ich erst als solchen klargestellt habe, sagen will, ist nach obiger Bemerkung selbst mir als Placodermen-Spezialisten völlig unverständlich; ebenso ist nicht zu verstehen, was er mit dem daraufffolgenden, auf mich bezüglichen Passus p. 421 meint: „Wenn er nur das Postnuchale bei seinen Reproduktionen, so wie er selbst es gefunden hat, uns mitgeteilt hätte! (Vermutlich hat er es für eine abgebrochene Spitze des Nuchale gehalten.)“ Selbst wenn ich annehme, daß Herr Hoffmann in dem eingeklammerten Satz irrtümlich das Gegenteil von dem, was er sagen wollte, geschrieben hätte, bliebe mir der sachliche Zusammenhang immer noch unverständlich. Der Vorwurf der Verwechslung einer Skelettplatte mit der abgebrochenen Spitze einer anderen, den mir seine Sätze aber in jedem Falle machen, nimmt sich einem Autor, der in der Berliner Sammlung das Riesenmaterial von Placodermen gesehen hat, das ich dort in etwa zehnjähriger mühevoller Arbeit zusammengebracht habe, ganz befremdlich aus. Er muß doch dort gesehen haben, daß ich Hunderte von Skeletten in sorgsamster Weise unter starken Vergrößerungen mit der Nadel präpariert habe — mein Wildunger Material, das ich der Berliner Sammlung überwiesen habe, umfaßt allein etwa 15 Schränke, und war von mir größtenteils zur Publikation fertig bearbeitet —, und da wagt Herr Hoffmann ohne nähere Aufklärung, ohne jedes Zitat, aus dem ich wenigstens seinen Vorwurf aufklären könnte, die oben zitierten Sätze niederzuschreiben! Herr Guido Hoffmann bringt es aber fertig, auch diesen Vorwurf kurzsichtigster Oberflächlichkeit in einer zweiten Mitteilung in dies. Centralbl. No. 18 p. 444 noch zu überbieten. Da dieselbe noch nicht eine Seite umfaßt und sachlich nur feststellen soll, daß er in der Berliner Sammlung eine Platte eines Asterolepiden aus Lüdenscheid gefunden habe, die für seine Ansicht spräche, so kann ihr Zweck offenbar nur in der mir beispiellosen Verdächtigung liegen, zu der er jenen Hinweis benützt. Er behauptet darin, daß ich dieses mir zugesandte Material absichtlich verschwiegen hätte, weil es gegen meine Ansicht betreffs jener vielerwähnten Plattengrenze spräche. Ich entsinne mich dieses kleinen Materials allerdings, aber nur deswegen, weil es mir als neues Vorkommnis von Placodermen im Rheinland bei meinen Wildunger Forschungen so wichtig erschien, daß ich bald nach der Zusendung der Stücke nach Lüdenscheid fuhr, um mit dem Finder den neuen Fundort zu besichtigen und ihn zu weiterem Sammeln an dieser Stelle zu veranlassen. Das mir übersandte Material war aber im Verhältnis zu den Hunderten von Exemplaren

neuer Placodermen, die ich bereits in Arbeit hatte, so mangelhaft, daß mir nie der Gedanke gekommen ist, schon damals an die Bearbeitung dieser Fragmente zu gehen, die ich ihrer Mangelhaftigkeit wegen nicht einmal näher untersucht und bestimmt habe. Wenn Herr HOFFMANN bei seinen Spezialstudien über die betreffende Plattengrenze dem Stück nun besondere Bedeutung abgewinnen kann, so freut mich das, daß er aber mir daraus eine wissenschaftliche Unterschlagung zu konstruieren wagt, ist doch wirklich unerhört. Ich würde mich auch nicht haben entschließen können, gegen derartige Angriffe Stellung zu nehmen, wenn nicht Herr BRANCA in seinen Angriffen gegen mich von den HOFFMANN'schen Entdeckungen schon vor ihrer nachträglichen Publikation durch G. HOFFMANN im Neuen Jahrbuch einen so ausgiebigen Gebrauch gemacht hätte und diese offenbar in dem förmlichen Einkreisungskampfe gegen mich eine bedeutende Rolle spielen sollten. Wenn dieser aber aus der Heimat heraus mit derartigen Mitteln gegen mich weitergeführt werden soll, wird mir, wie ich glaube, niemand zumuten können, mich noch ferner an solcher wissenschaftlichen Arbeit zu beteiligen.

Greifswald, September 1916.

Bei der Redaktion eingegangen Oktober 1916.

Besprechungen.

A. Sachs: Die Bodenschätze der Erde: Salze, Kohlen, Erze, Edelsteine. Zur Einführung für Laien und Studierende. 37 p. 6 Abb. Leipzig u. Wien 1916.

Nach dem Vorworte soll das „zur Information von Laien“ und als „Grundlage für unsere Studenten“ geschriebene Heft das Wichtigste über die Bodenschätze der Erde in kürzester Form darbieten. Nachdem auf p. 1—11 der Aufbau der Erde, die Erforschung der Gesteinskruste, die gesteinsbildenden Mineralien, die Gesteine, die geologischen Formationen und allgemeine Tatsachen über nutzbare Lagerstätten und ihr Auftreten in den geologischen Formationen behandelt worden sind, wird über die im Buchtitel genannten Gruppen der nutzbaren Mineralien gesprochen. Die Art der Darstellung und die Anordnung des Stoffes ist dieselbe wie in den früheren Schriften des Verfassers „Die Erze“ (Leipzig und Wien 1905) und „Tabellarische Übersicht der technisch nutzbaren Mineralien“ (ebenda 1909); auch Abbildungen aus diesen Werken kehren wieder. In der Vorrede gibt der Verfasser der Hoffnung Ausdruck, daß das Werk auch aus politischen Gründen willkommen sein möge. Jedoch wird man in dieser Beziehung nicht vollständig befriedigt. So fehlen z. B. in dem Abschnitte über Lagerstättenlehre volkswirtschaftliche Gesichtspunkte. Da die Angaben über die Weltproduktion an Bodenschätzen und ihren Wert und die ent-

sprechenden Aufstellungen bei den einzelnen Metallen nicht durch Mitteilungen über den Bedarf in den Haupt-Verbrauchsgebieten ergänzt sind, ist es nicht möglich, einen Überblick über die Versorgung Deutschlands mit mineralischen Rohstoffen und ihre Abhängigkeit vom Ausland zu gewinnen. Auch in anderer Hinsicht gereicht die übertriebene Kürze der Darstellung dem Werk nicht zum Vorteil. Laien werden an manchen Stellen nicht Begriffe, sondern nur Wörter aus ihm entnehmen können. Daher kommt diese Darstellung wohl nicht als „Grundlage" für Studierende in Betracht, sondern wesentlich als Wiederholungsbuch. **Karl Schulz.**

A. Sachs: Die Grundlagen der schlesischen Montanindustrie. 20 p. 4 Fig. 1 geol. Karte. Kattowitz O.-S. 1917.

1. Die Entwicklung des schlesischen Bergbaues. Der Bergbau Schlesiens beginnt im 11. und 12. Jahrhundert mit dem Goldbergbau, der im 14. und 15. Jahrhundert blühte. Ebenso ist der Steinkohlenbergbau bei Waldenburg sehr alt. In Oberschlesien begann der älteste Bergbau auf Blei im 12. Jahrhundert; der Zinkerzbergbau stammt aus dem 16. Die Eisengewinnung und der Steinkohlenbergbau beginnen erst später, der letztere erst seit Einführung der Dampfmaschine. Einige Zahlen illustrieren den Aufschwung des schlesischen Bergbaues.

2. Der geologische Aufbau Schlesiens. Das östliche Oberschlesien ist durch vorwiegend sedimentären Aufbau charakterisiert, während in dem westlichen Niederschlesien kristalline Schiefer und Eruptivmassen vorherrschen. Bei den ersteren sind die Glimmerschiefer sedimentärer Natur, während die Gneise und Hornblendeschiefer ursprünglich schmelzflüssig waren. Von Eruptivgesteinen sind vorhanden: 1. Tiefengesteine: Granite, Granitite, Gabbros und Serpentine, wahrscheinlich carbonischen Alters; 2. ältere Ergußgesteine: Porphyre und Melaphyre des Rotliegenden; 3. jüngere Ergußgesteine: Basalte der tertiären Braunkohlenformation. Die Sedimentärformationen Schlesiens umfassen die Löwenberg—Goldberger Mulde, die Glatzer Mulde und Oberschlesien mit den Schichten vom Silur bis zum Diluvium.

3. Die Kohlen Schlesiens. a) Das Oberschlesische Steinkohlenrevier umfaßt 5757 qkm, von denen der größte Teil in Deutschland liegt und dem paralischen Typus angehört. Man unterscheidet darin 4 Reviere. Der Schwerpunkt des Bergbaues liegt gegenwärtig in der Sattelgruppe, die eine Kohlenmächtigkeit von 30 m besitzt. Im Westen des Reviers finden sich 5—6 Flöze von 2—3 m Mächtigkeit, die nach Osten zu einem 17—18 m mächtigen Flöz zusammenschließen. Nebengestein: feinkörniger Sandstein und Schieferton. Eruptivgesteine fehlen. Vorrat wird auf 166 Milliarden Tonnen geschätzt. — b) Das Niederschlesisch-böhmische Steinkohlenrevier stellt eine NW—SO streichende

Mulde dar und gehört dem limnischen Typus an. Zu unterst Waldenburger Schichten, darüber ein steinkohlenfreier Sandstein und darüber die Schatzlarer Schichten, die eine bauwürdige Kohlenmächtigkeit von 7—8 m besitzen. Der Vorrat ist auf 2,9 Milliarden Tonnen geschätzt. — c) Die schlesische Braunkohlenformation erstreckt sich von der Lausitz über den Bober bis nach Oberschlesien. Die wichtigsten Vorkommen werden aufgeführt.

4. Die Erzlagerstätten Schlesiens. Nach der Entstehung gibt es sieben Arten von Erzlagerstätten, von denen nur die pneumatogen-syngenetische in Schlesien nicht bekannt ist. Für die übrigen sechs Gruppen werden Beispiele genannt. Oberschlesien: Die Blei-, Zink-, Eisenerze der Beuthen-Tarnowitzer Mulde werden eingehend gewürdigt, während die Eisenerze kürzer dargestellt werden. Die Erzlagerstätten Niederschlesiens stellen zahlreiche, ökonomisch minder bedeutsame, aber theoretisch interessante Erzlagerstätten dar. Im Gegensatz zu den oberschlesischen Vorkommen sind sie vorwiegend an kristalline Schiefer und Eruptivgesteine geknüpft. Es werden besprochen: 1. Die Magneteisenerze von Schmiedeberg, 2. die Schwefelkiese von Rohnau bei Kupferberg, 3. die Nickelerze von Frankenstein, 4. die goldhaltigen Arsenerze von Reichenstein, 5. die Blei- und Kupfererze von Kupferberg-Rudelstadt, 6. die Arsen- Kupfer- und Bleierze von Altenberg bei Schönau, 7. die Arsenerze von Rothenzechau bei Landeshut und eine Reihe von kleineren Vorkommen. Jedesmal wird die Art der Entstehung und die Menge der Förderung der letzten Jahre angegeben.

5. Nutzbare Gesteine. Von den Bau- und Pflastersteinen finden die Granite, Basalte, Marmore, Quarzitschiefer und Sandsteine eine kurze Besprechung. Während Kalke auf Niederschlesien und Oberschlesien verteilt sind, finden sich die wichtigsten Tonvorkommen (feuerfeste Tone, Ziegel- und Töpfertone) nur in Niederschlesien; Edel- und Halbedelsteine treten nur in Niederschlesien auf: Chrysopras von Kosemütz und Nephrit von Jordansmühl am Zobten.

Eine kleine Karte des oberschlesisch-mährisch-polnischen Beckens sowie 3 Profile im Text erläutern die Beschreibungen. Außerdem ist eine geologische Übersichtskarte von Schlesien in Buntdruck von Fedor Sommer aus dem Heimatlas für die Provinz Schlesien beigegeben. Belowsky.

Personalia.

Ernannt: Privatdozent Dr. M. Henglein an der Technischen Hochschule in Karlsruhe zum a.o. Professor. — Dr. Othenio Abel, o. ö. Professor für Paläontologie an der Universität Wien zum o. ö. Professor für Paläobiologie an derselben Universität.

Angenommen: Prof. Dr. R. Wedekind in Göttingen den Ruf an die Univ. Marburg a. L. als Nachf. von Prof. Kayser.

In den Ruhestand getreten: Prof. Dr. Hugo Bücking in Straßburg i. E.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Struktur der kristallisierten Formen des Siliciumdioxyds SiO_2, des Eisenbisulfids FeS_2, des Zinksulfids ZnS und des Calciumcarbonats.

Von **J. Beckenkamp**, Würzburg.

Mit 18 Textfiguren.

(Schluß.)

4. Beziehungen zwischen den Modellen von W. H. und W. L. Bragg und dem doppelt kubischen Gitter.

Zwischen der Anordnung p_2 und dem Bragg'schen Modell π besteht auf einer dreizähligen Deckachse die nachstehende Beziehung: Die Verteilung der Atome ist

	$\frac{1}{10}o_4$	$\frac{1}{20}o_4$		$\frac{1}{10}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$				$\frac{1}{4}o_4$	
bei der Anordnung p_2:	Fe	S S		Fe	S S	Fe	S S	Fe		S S	Fe
dagegen	⋮		⋮								
bei der Anordnung π:	Fe		x		S		S		y		Fe
		$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$		$\frac{1}{5}o_4$	

Die zum 2. und 4. Atome Fe der Anordnung p_2 gehörenden S-Atome liegen außerhalb der Achse. Das System der Atome der Anordnung π stellt also ein Teilsystem der Atome der Anordnung p_2, und zwar das schon erwähnte asymmorphe System p_4, dar. Die Punkte der Anordnung p_4 erscheinen gegenüber der Anordnung p_2 insoferne bevorzugt, als ihre Abstände, wenn wir die beiden nicht besetzten Punkte x und y hinzunehmen, alle gleich $\frac{4}{20}o_4 = \frac{1}{5}o_4$ sind.

Das doppelt kubische Gitter t_{2b} zerfällt in dieselben 4 vierfach kubischen Gitter wie die Anordnung p_2. Das von Bragg abgeleitete Modell der Zinkblende ZnS (Fig. 13) kann als ein Teilsystem der Anordnung t_{2b} aufgefaßt werden; bei der Zinkblende ist aber die Verschiebungsgröße auf der Oktaederachse eine andere als beim Pyrit.

Auch für den Cristobalit SiO_2 muß man wohl dieselbe Struktur zugrunde legen wie für die Zinkblende, mit dem Unterschiede, daß beim Cristobalit alle acht Teilwürfel des vierfach kubischen Gitters mit je einem O-Atom besetzt sind, während bei der Zinkblende die S-Atome sich nur auf vier Teilwürfel verteilen.

Das vierfach kubische Teilsystem der Anordnung q_2 hat nur Molekelachsen von einer und derselben Richtung und kommt wohl für die Anordnung des Quarzes nicht in Frage.

Fig. 14 stellt die Projektion eines kubischen Gitters auf einer Oktaederebene dar, die vollen Punkte mögen die untere, die gestrichelten eine mittlere, die offenen eine obere Schicht darstellen.

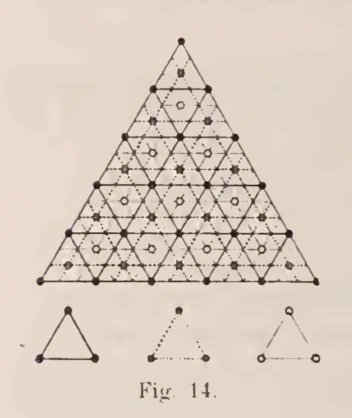


Fig. 14.

Jedes reguläre Gitter kann aufgefaßt werden als eine Durchdringung von drei kongruenten dreiseitig prismatischen Gittern mit den Dimensionen: $g : o_1 = 1 : 1{,}22475$ beim einfachen, $g : o_2 = 1 : 0{,}61236$ beim doppelten und $g : o_4 = 1 : 2{.}44949$ beim vierfach kubischen Gitter. Für jedes dieser drei dreiseitig prismatischen Gitter ist die Normale zu einer Oktaederfläche sechszählige Deckachse, für das Gesamtsystem aber nur dreizählige Deckachse. Denn legt man die Drehungsachse senkrecht zu einer Oktaederfläche durch einen Massenpunkt etwa der unteren Schicht, so ist diese Achse sechszählige Deckachse für die untere Schicht, aber nur dreizählige Deckachse für die mittlere und obere.

Hat o einen anderen Wert als o_1, o_2, o_4, dann stellt das Gitter der Fig. 14 ein rhomboedrisches dar.

Verschiebt man die mittlere Schicht in der Richtung einer der drei Leucitoedernormalen l um $\frac{2}{3}$ der Höhenlinie der gleichseitigen Dreiecke (in der Fig. 14 etwa nach oben) und die obere

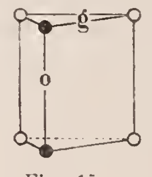


Fig. 15 a.



Fig. 15 b.

Schicht um den gleichen Betrag in der entgegengesetzten Richtung, dann geht das reguläre Gitter in ein dreiseitig prismatisches (Fig. 15 a und 15 b) über, dessen Höhe gleich $\frac{1}{3}$ der Höhe der dreiseitig prismatischen Teilgitter des kubischen Gitters ist.

Zerlegt man die Gitterpunkte der Fig. 14 in dreigliedrige Gruppen, so daß jede Gruppe je einen Gitterpunkt aus jeder der drei Schichten enthält, und dreht jede Gruppe um die zur Zeichnungsebene senkrecht durch den Gruppenmittelpunkt gehende Achse im gleichen Sinne und um den gleichen willkürlichen Betrag, so geht

das reguläre Gitter in ein Dreipunktschraubensystem über, und zwar in ein rechtes, wenn die Drehung beim Fortschreiten von der unteren zur oberen Schicht im Uhrzeigersinne erfolgt, oder in ein linkes, wenn die Drehung im entgegengesetzten Sinne erfolgt.

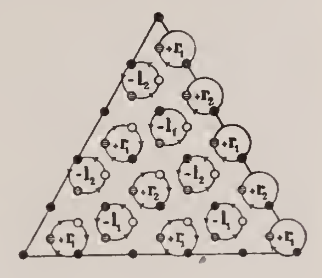


Fig. 16.

In Fig. 16 ist das doppelt kubische Gitter der Fig. 15 in vier durch $+ r_1$, $+ r_2$, $- l_1$, $- l_2$ bezeichnete Dreipunktschraubensysteme aufgelöst. Ein System r steht zu einem System l im Verhältnisse der Individuen eines Brasilianer Zwillings. Statt der entgegengesetzten Schrauben können dieselben Massenpunkte auch zu vier gleichförmigen Schrauben zusammengefaßt werden. Jedes der vier Schraubensysteme enthält alle vier Richtungen der Molekülachsen, wenn das doppelt kubische Gitter zugrunde liegt.

Legen wir das gleiche doppelt kubische Gitter zugrunde wie beim Pyrit, und wählen beim Quarz wie beim Pyrit nur in anderer Auswahl den vierten Teil der Gitterpunkte zu Atomschwerpunkten, dann muß auch das Molekularvolumen bei beiden Körpern dasselbe sein (vergl. p. 353). Der Elementarkörper des zu der genannten Schraubenstruktur gehörenden dreiseitig prismatischen Gitters müßte indessen bei genau regulären Dimensionen das Achsenverhältnis $2 g_2 : o_2 = 1 : 0{,}3062$ haben, oder, mit Berücksichtigung des Verhältnisses 0,9525 : 0,9428 der Dimension o beim Quarz und bei der regulären Syngonie, müßte das Achsenverhältnis des bei der Quarzstruktur vorhandenen dreiseitig prismatischen Elementarkörpers das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}3068$ haben, während W. H. Bragg dafür das Verhältnis $a : c = 1 : 1{,}1$ angibt. Nehmen wir den dreifachen Wert der vertikalen Achse als Einheit der c-Achse, dann wäre das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 0{,}9204$, aber dann müßten auf diesen Elementarkörper drei volle Schraubenwindungen kommen. Ein der Fig. 16 entsprechendes Schraubensystem scheint also dem Quarz nicht zu entsprechen.

Der einfachste[1] reguläre Körper mit dem Achsenverhältnisse 1 : 1,0886, welchem beim Quarz das Verhältnis 1 : 1,1 entspricht, hat die Dimensionen $9 g_2 : 16 o_2$.

Bei den wenig bestimmten Angaben Bragg's über die Struktur des Quarzes halte ich das Achsenverhältnis $a : c = 1 : 1{,}10$ für den Elementarkörper des dreiseitig prismatischen Gitters für nicht völlig sichergestellt. Jedenfalls bedürfen diese Angaben von Bragg noch der Bestätigung.

[1] Vergl. Centralbl. 1916. p. 234.

5. Über die Struktur der hexagonalen Kristalle mit dem Achsenverhältnisse 1 : 0,81.

Die dicken Kreuze und Ringe der Fig. 17 stellen die Anordnung der Massenpunkte innerhalb einer Granatoederfläche eines vierfach kubischen Gitters t_4 dar, welches nach dem Spinellgesetz verzwillingt ist. Die dünnen Kreuze und Ringe stellen die Fortsetzung des betreffenden Gitters in den Bereich des anderen Individuums dar. Die von oben rechts nach unten links gehende strichpunktierte Linie ist eine Achse l, also die Schnittlinie der Zeichnungsebene mit einer Oktaederfläche $(1\bar{1}1)$; die von oben links nach unten rechts laufende Linie eine Achse o, also die Schnittlinie der Zeichnungsebene mit einer Leucitoederfläche $(\bar{1}12)$.

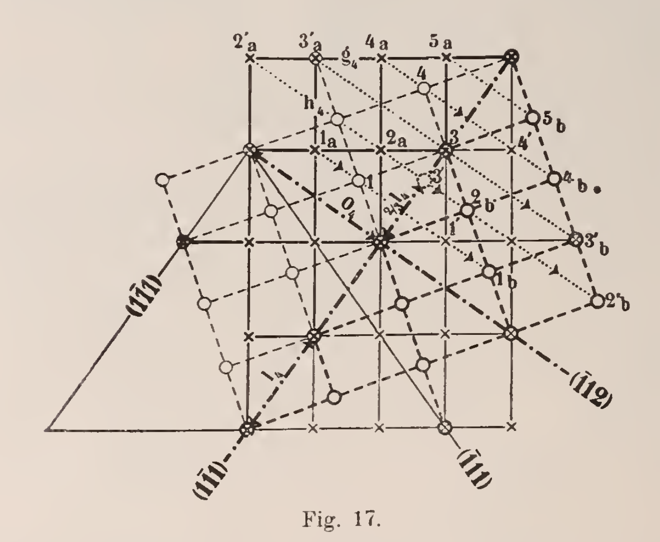


Fig. 17.

Die Lage der dicken Kreise erhält man aus der Lage der dicken Kreuze entsprechend der Pfeilrichtung durch Spiegelung an der Achse l, also durch Verdoppelung des Lotes auf l. Sowohl in der Achse l als in der Achse o liegen Punkte, welche mit einem Kreuz und einem Ring versehen sind, also beiden Systemen gleichzeitig angehören. Man kann die eine Hälfte aus der andern auch durch homogene Schiebung in der Richtung der Achse l erhalten. Schiebt man etwa den dünnen Ring 1 bis zu dem dicken Kreuz 2 a und entsprechend alle dünnen Ringe links der Achse l in der gleichen Richtung um einen Betrag, welcher dem Abstande von l proportional ist, so geht das System der dünnen Ringe links von l in das zum System der dicken Ringe (rechts von l) spiegelbildliche System der dicken Kreuze über.

Die Punkte 2a und 2b sind einander entsprechende Punkte, von welchen jener dem einen, dieser dem andern Individuum angehört. Diese beiden Punkte, welche den der Grenzfläche am nächsten liegenden Schichten angehören, haben den Abstand $\frac{2}{3}o_4$, d. h. $\frac{2}{3}c_w$ (o_4 ist der Abstand der Punkte des vierfach kubischen Gitters in der Richtung o, l_4 der Abstand in der Richtung l). Der diesen benachbarte Punkt 3 liegt für den einen Teil zwischen den Gitterpunkten 2a und 4', für den andern zwischen 1 und 5b. Bei dem Zwilling fallen jedoch die Punkte 1 und 4' fort, der Punkt 3 ist also nicht mehr nach zwei entgegengesetzten Richtungen in gleicher Weise gehalten. Nehmen wir an, daß infolgedessen eine Schiebung der Grenzschicht $(1\bar{1}1)$ in der Richtung l, also von 3 nach 3' eintritt, dann bilden die drei Schichten 2a, 3', 2b ein dreiseitig prismatisches Gitter mit dem Achsenverhältnisse $a:c = 1:\frac{1}{3}o_4 = 1:0{,}8165$. Für Wurtzit, Tridymit und eine große Reihe von hexagonalen Körpern, denen z. T. auch eine reguläre Form zukommt, gilt tatsächlich dieses Verhältnis $a:c = 1:\frac{1}{3}o_4$. Wir können demnach in allen diesen Fällen der regulären Form dasselbe vierfach kubische Gitter zuschreiben.

Durch fortgesetzte Zwillingsbildung nach dem Spinellgesetz geht in diesem Falle der reguläre Kristall in den hexagonalen über. Umgekehrt müßte ein derartiger hexagonaler Kristall aus der gleichen Ursache bei fortgesetzter Zwillingsbildung nach dem Tridymitgesetz in einen regulären übergehen. Da bei der Anordnung t_4 in jeder Oktaederebene alle vier Orientierungen der Molekülachsen vorhanden sind, vergl. p. 363, so gilt dasselbe für die Basisebene der zugehörigen hexagonalen Form.

Verf. hält diese Beziehungen zwischen Tridymit und Cristobalit sowie zwischen Wurtzit und Zinkblende für die wahrscheinlichste.

Beim Kalkspat[1] $CaCO_3$ (Fig. 18) stellt die Anordnung der einzelnen Atome, z. B. der Ca-Atome, nach W. L. Bragg ein flächenzentriertes rhomboedrisches Punktsystem dar, welches als eine Durchdringung von vier einfachen rhomboedrischen Gittern mit den Dimensionen des Spaltungsrhomboeders aufgefaßt werden kann. Das flächenzentrierte rhomboedrische Punktsystem, welches im übrigen genau dem flächenzentrierten kubischen Punktsystem entspricht, befindet sich jedoch nicht unter den Bravais'schen Gittern, weil es ein einfaches rhomboedrisches Gitter mit den Dimensionen $1:2c_R$ bildet, wenn c_R die c-Achse des Spaltungsrhomboeders ist. Bezeichnen wir demnach das Spaltungsrhomboeder des Kalkspats mit R_k, so hat das Elementarparallelepipedon des rhomboedrischen Gitters einer Atomart, also etwa der Ca-Atome, das Zeichen $-2R_k$.

[1] Vergl. dies. Centralbl. 1917. p. 34.

Dasselbe gilt bezüglich der C-Atome; dagegen bilden die O-Atome zwei dreiseitig prismatische Gitter. Die Basisflächen der letzteren liegen mit den C-Atomen in der gleichen Ebene (vergl. Fig. 18 b).

A. Johnson [1] teilt jedes der beiden prismatischen Gitter in drei rhomboedrische Gitter mit dem Elementarkörper + 4R (311) und ebenso die Gitter der Ca- und der C-Atome in je zwei Gitter mit dem gleichen Elementarkörper + 4R. Nach der homogenen Schiebung nach der Gleitfläche $-\frac{1}{2}R$ bilden die Ca- und die C-Gitter

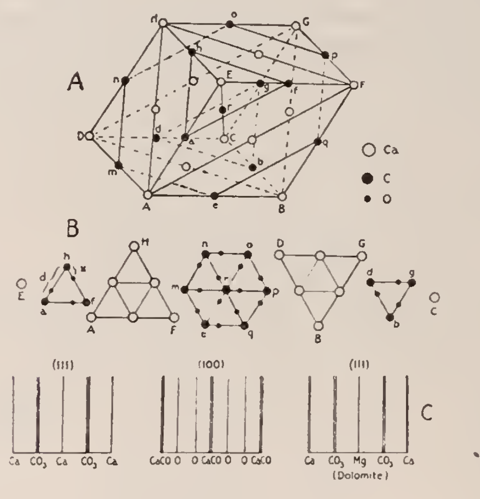


Fig. 18.

wieder rhomboedrische Gitter von der gleichen gegenseitigen Orientierung wie vor der Schiebung. Die O-Gitter bilden zwar auch wieder jedes für sich ein rhomboedrisches Gitter von der gleichen Art, aber die sechs Gitter haben nicht mehr die gleiche gegenseitige Lage zum C-Gitter wie vor der Schiebung. Johnson schließt daraus, daß mit der Schiebung des C-Atoms die drei benachbarten, mit ihm in der gleichen horizontalen Ebene liegenden O-Atome mitverschoben werden und gleichzeitig als Ganzes eine solche Drehung erfahren, daß ihre Lage nach der Schiebung spiegelbildlich in bezug auf die Gleitfläche ist. Das Radikal CO_3 verhält sich also hiebei wie ein einziges Atom. Auch die einzelnen Atome müssen, wenn sie nicht kugelförmig sind, bei der homogenen Schiebung nach Gleitflächen Drehungen um eine in ihnen liegende Achse vor-

[1] Die Massengitter des Kalkspats. Physikal. Zeitschr. 1914. **15.** 712 und Zeitschr. f. Krist. 1914. **54.** 148.

nehmen, so daß ihre gegenseitige Lage vor und nach der Drehung spiegelbildlich in bezug auf die Gleitfläche ist.

Ich habe bereits bei einer früheren Gelegenheit [1] eine ähnliche Ansicht ausgesprochen: „Geometrisch bedarf man zur Erklärung dieser Zwillinge (bei den Verschiebungen nach Gleitflächen) nur der Gleitung der Teilchen (Moleküle) ohne Drehung derselben, und dies ist gestattet, solange nicht der Nachweis geliefert ist, daß den Molekülen an und für sich, also unabhängig von ihren Abständen, nach verschiedenen Richtungen verschiedene Eigenschaften zukommen. Geht man von der Annahme einer solchen Verschiedenheit aus, dann hat man zum Nachweise der Drehungen der Moleküle die fernere Voraussetzung nötig, daß diese während der in Frage stehenden Verschiebungen keine entsprechenden inneren Veränderungen erleiden."

Mag man nun das Spaltungsrhomboeder R_k oder das Rhomboeder $-2R_k$ oder das Rhomboeder $+4R_k$ als Grundform des Kalkspats betrachten, so bedarf die auffallende Beziehung des Achsenverhältnisses zu dem regulären Verhältnisse einer Erklärung.

Wird der reguläre Würfel als ein Rhomboeder R_w gedacht, dann wird $R_k = \frac{2}{3}R_w$, $-2R_k = -\frac{4}{3}R_w$, $+4R_k = \frac{8}{3}R_w$.

Stelle wie früher Fig. 14 die Projektion eines kubischen Gitters dar und legen wir eine beliebige Anzahl solcher Perioden von je drei Schichten aufeinander und wählen dann solche Punkte aus, welche in vertikaler Richtung um je vier Punktabstände, in horizontaler Richtung um je drei Punktabstände auseinanderliegen, dann stellt das ausgewählte Punktsystem das rhomboedrische Gitter $-\frac{4}{3}R_w = -2R_k$ dar. Wählen wir in vertikaler Richtung solche Punkte aus, welche um acht oder zwei Punktabstände auseinanderliegen, dann erhält man das Rhomboeder $\frac{8}{3}R_w = +4R_k$ oder $\frac{2}{3}R_w = +R_k$. Sowohl das rhomboedrische Gitter $-2R_k$ als das rhomboedrische Gitter mit dem Elementarkörper $+4R_k$ als das rhomboedrische Gitter R_k sind also in dem gleichen kubischen Gitter als Teilsysteme enthalten.

In einer früheren Mitteilung [2] habe ich darauf hingewiesen, daß in der Richtung der langen Diagonale des Spaltungsrhomboeders den Abständen der Massenpunkte die Wirkungsweiten des Sauerstoffatoms entspreche; da sich die Wirkungsweite des Sauerstoffatoms zu dem des Kohlenstoffatoms wie 3 : 4 verhält, so können sich beide Wirkungen ohne gegenseitige Störung überlagern. Die Richtung der großen Diagonale des Spaltungsrhomboeders ist in regulärer Deutung gleich der Granatoedernormalen g. In der Basisfläche des Kalkspats liegen drei solche Richtungen, und damit

[1] Zeitschr. f. Krist. 1890. 17. 306.

[2] Dies. Centralbl. 1917. p. 32.

dürfte zusammenhängen, daß die O-Atome mit den C-Atomen auf der gleichen Geraden g liegen (vgl. die mittlere Fig. B), und zwar ist der Abstand des einen C-Atoms zum nächstliegenden O-Atom gleich dem Abstande der Knotenpunkte des regulären Gitters in der Richtung g. Die Schwerpunkte dieser C-Atome und der O-Atome gehören daher dem gleichen kubischen Gitter an; nicht aber die Schwerpunkte der Ca-Atome. Bilden sich nun aber von jedem Atom C aus nicht nur in der Ebene der Basis, welche einer der vier Oktaederebenen entspricht, sondern auch in den drei anderen Oktaederebenen nach den Richtungen g stehende Wellen, so muß ein der vorigen Annahme entsprechendes kubisches System von Knotenpunkten zustande kommen. Über den stehenden Schwingungen, deren Wellenlängen dem einfachen Abstande der Knotenpunkte des regulären Gitters entsprechen, können natürlich auch solche Schwingungen überlagern, deren Wellen die drei-, vier- oder achtfache Länge besitzen, also den Abständen der Massenpunkte entsprechen.

Die Deformation des regulären Gitters kann wie früher darauf zurückgeführt werden, daß die Werte R_{Ca} und R_C nicht genau den angenommenen idealen Verhältnissen entsprechen. Auf die gleiche Ursache kann auch die Tatsache zurückgeführt werden, daß zuweilen Ausbildungen vorkommen, welche der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse nicht völlig genügen, so namentlich nach der Hauptachse hemimorphe Kristalle. Es kann jedoch diese Erscheinung auch darauf zurückgeführt werden, daß die kleinsten Massenteile, wie schon erwähnt, nicht als Kugeln oder Punkte gedacht werden dürfen, sondern als azentrische Atome oder azentrische Ionen; durch (submikroskopische) Zwillingsbildungen, bei welchen die Symmetrieelemente der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse als Zwillingselemente fungieren, ist diese niedrigere Symmetrie für gewöhnlich kompensiert.

Die weit auffallendere Abweichung des Dolomits von der Symmetrie der ditrigonal-skalenoedrischen Klasse, infolge deren der Dolomit in die rhomboedrische Klasse gestellt wird, ist natürlich die Folge der Verschiedenheit des Dolomit-Moleküls $CaMg(CO_3)_2$ von dem Kalkspatmolekül $CaCO_3$ oder $CaCa(CO_3)_2$.

6. Chemisches Molekül, Valenz und Pseudosymmetrie.

Durch das vierfach kubische Gitter zerfällt der Würfel A B C D E F G H (Fig. 13) in acht zu ihm parallele Teilwürfel, z. B. G g R f M m N o. Nach Bragg liegen die Zn-Atome in den tetraedrischen Ecken dieser Teilwürfel, die S-Atome in den Schwerpunkten der Teilwürfel, aber nur die Hälfte der letzteren ist mit einem S-Atom besetzt, die andere Hälfte ist leer; infolgedessen ist die Anordnung nach den trigonalen Achsen polar.

Sowohl bei der der Zinkblende als der dem Cristobalit zugeschriebenen Anordnung verhält sich der Schwerpunkt des S- bezw. des O-Atoms zu allen vier in den tetraedrischen Ecken des Teilwürfels liegenden Schwerpunkten der Zn- bezw. der Si-Atome genau gleich. Die Begriffe des chemischen Moleküls und der Valenz scheinen daher bei den Kristallen ihre Bedeutung verloren zu haben. Ähnliches gilt auch für die Kalkspatkristalle.

Bei dem vom Verf. zugrunde gelegten doppelt kubischen Gitter gehört dagegen zu jedem Punkte, etwa des Zn-Gitters, ein bestimmter Punkt des S-Gitters, wenn nicht der Abstand des Zn-Atoms von dem S-Atom in der Richtung der Oktaedernormalen genau $\frac{1}{4}o_4$ beträgt. Aber auch selbst in diesem Falle muß jedes S-Atom zu einem bestimmten Zn-Atom gehören, sobald das Atom nicht als Punkt oder Kugel gedacht wird, und die Verbindungslinie je eines Zn-Atoms mit einem S-Atom mit einer bestimmten Richtung innerhalb des Atoms bezgl. Ions zusammenfällt. Bei Zinkblende und Cristobalit kann man nach dem Vorhergehenden annehmen, daß die Zusammengehörigkeit der Atome dem in Fig. 6 als Teilgitter enthaltenen Schema t_4 entspricht. Durch submikroskopische Zwillingsbildungen nach den Flächen des Granatoeders wird dann die Abweichung des Atoms von der regulären Symmetrie kompensiert und auch etwaige kleinere Abweichungen der Abstände der Atomschwerpunkte von dem Werte $\frac{1}{4}o_4$ werden dann nicht mehr wahrnehmbar. Aus den Bragg'schen Resultaten folgt also nicht notwendig, daß die Begriffe der chemischen Valenz und des Moleküls bei Kristallen nicht mehr bestehen.

Zu Quarz, β-Tridymit und β-Cristobalit gehören die optisch zweiachsigen Mineralien Quarzin, α-Tridymit und α-Cristobalit. Die niedrigere Symmetrie dieser letzteren läßt sich weder geometrisch noch durch die Dichte, sondern nur im polarisierten Lichte erkennen. Man nennt solche Körper pseudohexagonal bezw. pseudoregulär. Die Abweichung von der höheren Symmetrie wurde früher vom Verf. darauf zurückgeführt, daß die theoretischen Beziehungen zwischen den Werten R_n nicht genau erfüllt seien. Auch bei diesen Mineralien muß die Abweichung der Atome von der Kugelgestalt und die Existenz von Ionen eine entsprechende Erniedrigung der Symmetrie nach sich ziehen, welche beim Übergang in Quarz, β-Tridymit und β-Cristobalit durch submikroskopische Zwillingsbildungen kompensiert wird, wobei allerdings auch eine geringe Verschiebung einzelner Atome nicht ausgeschlossen ist. Man kann voraussetzen, daß die Zwillingsbildung um so häufiger eintritt, je mehr sich das tatsächliche Verhältnis der Werte R_n dem theoretischen nähert, bezw. je geringer die Abweichung des Atoms von der Kugel ist. Auch die durchaus sichergestellte schwache Hemimorphie von Quarz, β-Tridymit und Kalk-

spat[1] nach der Hauptachse und des Pyrits nach den trigonalen Achsen[2] müssen in gleicher Weise erklärt werden.

Auch die Mehrzahl der sonstigen als „optische Anomalien" bezeichneten Erscheinungen kann leicht durch eine bevorzugte einseitige Orientierung der Ionen- oder der Atomachsen erklärt werden.

Die bedeutend auffallendere Polarität nach den trigonalen Achsen bei Natriummetaperjodat, Ullmannit, Zinkblende und Wurtzit ist dagegen auf eine azentrische Molekülachse, d. h. darauf zurückzuführen, daß das betreffende Molekül einen azentrischen Bau hat.

7. Über die physikalische Bedeutung des (doppelt) kubischen Gitters, in welchem die Systeme der Atomschwerpunkte als Teilgitter enthalten sind.

Verf. ist der Ansicht, daß den Punkten des deformiert (doppelt) kubischen Gitters nicht nur eine mathematische, sondern auch eine physikalische Bedeutung zukommt.

1. Wegen der schon genannten geometrischen Beziehung einer großen Zahl oder vielleicht aller Kristalle zur regulären Syngonie.

2. Die Zwillingskristalle nach dem Brasilianergesetz verhalten sich bezüglich der Art ihrer Verwachsung wesentlich anders als die Zwillinge nach dem Dauphinéergesetz, obwohl in der Anordnung der Atomschwerpunkte ein entsprechender Unterschied nicht zu erkennen ist (bei den ersteren ist die Verwachsung inniger und regelmäßiger)[3]. Dagegen bleibt das System des zugrunde liegenden kubischen Gitters der Si-Atome bei den Zwillingen nach dem Brasilianergesetz über die Zwillingsgrenze hinaus homogen, nicht aber bei den Zwillingen nach dem Dauphinéergesetz.

Wenn die p. 395 angedeutete Struktur richtig wäre, dann bildeten die Atomschwerpunkte der rechten und linken Kristalle der Zwillinge nach dem Brasilianergesetz Punkte desselben doppelt kubischen Systems. Dies gilt aber nicht für die Zwillinge nach dem Dauphinéergesetz.

3. Das doppelt kubische System der Quarzstruktur ergibt nach allen Richtungen gleichstarke optische Drehung. Das System der Atomschwerpunkte gibt dagegen bei Quarz nur Drehung für Strahlen parallel zur Hauptachse. Durch Überlagerung der beiden optischen Drehungen müßte entsprechend der Beobachtung für letztere Strahlen eine bevorzugte Drehung sich ergeben.

[1] Vgl. J. Beckenkamp, Tridymit, Cristobalit und Quarz. Zeitschr. f. Krist. 1901. **34**. 585.

[2] Derselbe, Kristalloptik. p. 588 u. 634.

[3] Vgl. Kristalloptik. p. 575.

4. Die von Fedorow nachgewiesene Bevorzugung derjenigen Formen, welche auf ein doppelt kubisches Gitter hinweisen, findet dann darin seine Erklärung, daß die Flächenausbildung nicht nur von der Anordnung der Atomschwerpunkte, sondern auch von den Knotenpunkten des doppelt kubischen Gitters abhängt.

Verf. nimmt an, daß die Punkte des doppelt kubischen Gitters Knotenpunkte stehender Wellen bilden; ein Teil derselben fällt mit Atomschwerpunkten zusammen. Die übrigen Knotenpunkte des doppelt kubischen Gitters können entweder mit positiven Uratomen besetzt oder nur von negativen Elektronen umkreist werden, deren Schwingungszahl der der Lichtwellen entspricht.

8. Über Pyroelektrizität zentrisch symmetrischer Kristalle.

Mit der im Vorhergehenden entwickelten Auffassung stimmt auch das pyroelektrische Verhalten zentrisch symmetrischer Kristalle, z. B. von Kalkspat und Aragonit, überein. Das System der Atomschwerpunkte ist bei beiden Kristallarten entweder völlig oder doch nahezu zentrisch symmetrisch. Nun zeigt aber ein an beiden Enden frei ausgebildeter Kalkspatkristall an den freien Enden beim Abkühlen negative, in der Mitte positive Elektrizität. Die an einem Ende aufgewachsenen Kristalle zeigen ebenfalls am freien Ende negative, am aufgewachsenen dagegen positive Elektrizität.

Ähnlich verhalten sich die beiderseits der Hauptachse ausgebildeten Aragonitkristalle von Molina; an den beiden Basisflächen herrscht beim Erkalten negative, in der Mitte positive Elektrizität. Bei den Aragonitkristallen von Bilin dagegen sind die beiden Flächen (010) und (0$\bar{1}$0) beim Erkalten negativ, die vorderen und hinteren vertikalen Prismenkanten dagegen positiv.

Verf. nimmt deshalb an, daß die Atome bezüglich Ionen polare Achsen besitzen. Die Symmetrie des homogenen Kalkspatkristalls kann dann nicht höher sein als die der trigonal-pyramidalen Klasse. Im besondern müssen die Kalkspatkristalle nach der Hauptachse polar sein, solange nicht durch eine entsprechende Zwillingsbildung diese Polarität wieder aufgehoben wird.

Die Aragonitkristalle von Bilin sind, wie sich aus den Ätzfiguren ergibt, Zwillinge nach (010). Auch die Lamellengrenzen nach den Flächen k (011) des Aragonits stellen Zwillingsgrenzen dar, zwar nicht bezüglich der Anordnung der Atomschwerpunkte, aber bezüglich der Orientierung der Atome bezw. der Ionen.

9. Zur kinetischen Kristalltheorie.

Gegen die vom Verf.[1] angenommenen stehenden Wellen, deren Länge von der Größenordnung der Röntgenstrahlen und deren Knotenpunkte z. T. mit Atomschwerpunkten besetzt sein sollen, können zweierlei Einwendungen erhoben werden.

[1] Dies. Centralbl. 1917. p. 101 u. f.

	n		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
A 1/R V	$\frac{1}{5}$									He 4 20
A 1/R V	$\frac{1}{3}$ ($\frac{1}{2}$)		Li 7,08 21,04 11,9	Be 9,1 27,3 (18,2) 4,91	B 11 33 (22) 4,49					
A 1/R V	$\frac{1}{2}$ (1)					C 12 24 3,43	N 14,04 28 6,7	O 16 (16) 14,1	F 19 19 (38) 16,7	Ne 20 (20)
A 1/R V	1 ($\frac{4}{3}$)		Na 23,05 23,05 30,7	Mg 24,36 24,36 (18,2) 14,0	Al 27,1 27,1 10,0	Si 28,4 28,4 11,9				
A 1/R V	$\frac{4}{3}$ (2)						P 31 23,25 14,1	S 32,06 (16,03) 15,2	Cl 35,45 26,59 23,5	Ar 39,9 (19,95) 32,8
A 1/R V	2 (3)		K 39,51 19,57 41,9	Ca 40,1 20,05 21,7	Sc 44,1 22,5 —	Ti 48,1 24,05 9,9	V 51,2 25,6 8,81	Cr 52,1 26,05 7,53	Mn 55 27,5 (18,33) 7,4	Fe 55,9 27,95 (18,63) 7,1
A 1/R V	3 (4)	Ni Co 58,7 59 19,6 19,7 6,65 6,95	Cu 63,6 21,2 7,35	Zn 65,4 21,8 9,17	Ga 70 23,33 11,7	Ge 72,5 24,17 13,1	As 75 25 15,9	Se 79,2 26,4 18,6	Br 79,96 19,99 25,7	Kr 81,8 (20,45) 37,4

A 1 R V	4 (5)			Rb 85,4 21,35 55,1	Sr 87,9 21.6 35.3	Y 89 22,25 22,34	Zr 90,6 22,65 22.2	Nb 94 23,05 13,3	Mo 96 24 10.6		Ru 101,7 25,42 8.25
A 1/R V	5 (6)	Rh 103 20,6 8,5	Pd 106,5 21,3 8,85	Ag 107,93 21,58 10,25	Cd 112,4 22,48 13,0	In 114 22,8 15.1	Sn 119 23,8 16,25	Sb 120.2 24,04 17,9	Te 127,6 25,52 20,3	J 126,85 25,37 26,4	X 128 (21,33) 33.5
A 1/R V	6 (7)			Cs 133 22,17 70,5	Ba 137,4 22,4 34,4	La 138,9 23,15 22,6	Ce 140 23,33 21,2	Nd 143.6 23,93		Sa 150 25	
A 1 R V	7 (8)						Er 166 23,71 34.7				
A 1/R V	8 (9)					Yb 173 21,63		Ta 183 22,88 14,3	Wo 184 23 9,8		Os 191 23,88 8,5
A 1/R V	9 (10)	Ir 193 21,4 8,62	Pt 194,8 21,6 9,1	Au 197,2 21,91 10,25	Hg 200 22,22 14.1	Tl 204,1 22,67 17,15	Pb 206,9 22,89 18,3	Bi 208,5 23,16 21,3			Ra 226,45 (22,64)
A 1/R V	10						Th 232,5 23,25 21.2		Ur 238.5 23,85 20,05		

1. Festliegende Knotenpunkte sind undenkbar, solange die Atome thermische Schwingungen ausführen. Jedoch gilt dasselbe Bedenken auch bezüglich der regelmäßigen Punktsysteme und der Raumgitter. Die thermischen Bewegungen der Atome sind nicht wie im amorphen Körper ungeordnet, sondern jede Bewegung zweier benachbarter Atome erfolgt in genau gleicher Weise.

Die gegenseitigen Beziehungen zweier benachbarter Knotenpunkte können also trotz der thermischen Bewegung erhalten bleiben.

2. Man könnte vermuten, derartige permanente stehende Wellen in Kristallen müßten auf photographischem Wege nachweisbar sein. Demgegenüber ist jedoch zu beachten, daß diese Wellenbewegungen schon in einem Abstande von wenigen Moleküldurchmessern sich gegenseitig derart stören müssen, daß sie nur noch als diffuse Bewegungen auftreten und dabei eine solche geringe Intensität besitzen, daß sie praktisch unwirksam sind. Zur Erzeugung photographisch auf größere Entfernungen wirksamer Intensitäten bedarf es der kräftigen von außen kommenden Wirkung der Kathodenstrahlen.

Die reguläre Anordnung der Knotenpunkte hat ein möglichst großes Zusammentreffen von Interferenzpunkten, also eine möglichst geringe Störung der Wellenbewegungen zur Folge. Wenn sich also vorher ungeordnete Atome derart aggregieren, daß das System der zugehörigen Knotenpunkte ein kubisches Gitter bildet, dann wird die Intensität der stehenden Wellen einen maximalen Wert erlangen; und setzen wir voraus, daß zwischen der Intensität dieser Wellen und der äußeren Umgebung ein Ausgleich stattfindet, so wird während der Kristallisation nach einem kubischen Gitter ein Maximum von kinetischer Energie an die äußere Umgebung abgegeben.

Die Anordnung der Knotenpunkte nach einem kubischen Gitter entspricht daher dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie.

Die Anordnung der Atomschwerpunkte erfolgt bei allen bisher bestimmten Kristallen nach dem vierfach kubischen oder vierfach rhomboedrischen Gitter, z. B. bei Diamant, Silicium, Kupfer, Silber, Gold, Bleiglanz, $NaCl$, $LiCl$, KCl, KBr, KJ, $RbCl$, $RbBr$, RbJ, $CsCl$, $CsBr$, CsJ, Flußspat, Zinkblende, Pyrit, Arsen, Antimon, Wismut, Kalkspat, Magnesit.

Beim Dolomit $CaMg(CO_3)_2$ ist an Stelle des einen der beiden Ca-Gitter + 4R das gleiche Mg-Gitter zu setzen[1]. Wenn wir also beim Dolomit Mg als Vertreter des Ca ansehen, so haben wir auch bei Dolomit die Anordnung nach dem vierfachen Grundrhomboeder.

---

[1] Vgl. A. Johnson, Die Anordnung der Atome in Kristallen. Jahrb. f. Radioaktivität und Elektronik. 1917. **14.** 100.

Bei dem vierfach kubischen Gitter bilden die vier nächst benachbarten Gitterpunkte ein reguläres Tetraeder und das System ist das kompakteste Raumgitter (vgl. p. 358). Ähnliches gilt für das vierfach rhomboedrische Gitter.

Die Orientierung der Atome scheint demnach, wenigstens bei den regulären Kristallen, nach den vier Tetraedernormalen zu wechseln, also ein **astatisches** System zu bilden, während die Schwerpunkte der Atome die kompakteste Anordnung einzunehmen streben.

10. Tabelle der Gewichte A, der Werte $1/R = \frac{A}{n}$ und der Volumina V der Atome (p. 404 u. 405).

Nach dem Atomvolumen gehören Ni und Co, Rh und Pd, Ir und Pt nicht in die gleiche Reihe wie $\overset{\cdots}{Fe}$, Ru und Os. Der Wert n ist für die Elemente variabel; für Fe z. B. gleich 2 oder 3 je nach der Valenz.

Sind verschiedene Elemente mit den gleichen anderen Elementen verbunden, so werden sie im allgemeinen ähnliche kristallographische Eigenschaften haben, und auch wohl regelmäßige Verwachsungen liefern, wenn sie einen ähnlichen Wert R haben. Isomorphe Mischungen können sie aber nur dann bilden, wenn sie auch annähernd gleichen Wert V haben.

Zu ersteren gehören die Cu- und die Ag-Verbindungen sowie die Ca- und die Sr-Verbindungen, zu letzteren die Ag- und die Au-, sowie die Sr- und die Ba-Verbindungen.

Doppelverbindungen finden sich bei solchen Elementen, bei welchen R annähernd gleich, dagegen die Werte V in einem einfachen Verhältnisse stehen, z. B. Ca und Mg sowie $\overset{\text{II}}{Fe}$ und Mg.

Porphyrabkömmlinge aus der Umgebung von Bruck a. d. Murr.

Von **Josef Stiny** in Feldbach.

Mit 1 Textfigur.

Aus der Steuergemeinde Forstwald bei Oberaich zieht über die sogen. Brandstätter Alpe, den Nordhang des „Schirling“, die Utschgraben-Einhänge nächst der Weiglmühle, das Sammelgebiet des Mühlgrabens, den sogen. Steinschlagwald, Lebergraben, Jungfernsprung, den unteren Teil des Bretterkliebgrabens und den Ein-

ödwald ein Zug von Gesteinen zur Murr, die A. Miller[1] als Weißstein, F. Seeland[2] als Granulit, H. Foullon[3] aber als Phyllitgneis angesprochen hat. — Das porphyrische Aussehen vieler Vorkommnisse in diesem Zuge bewog mich, einige Abarten dieser Gesteine herauszugreifen und näher zu untersuchen. Es handelt sich vorwiegend um nachstehende Handstücke:

Handstück 44. Stadtforst Bruck a. d. Mur; Hangendes der dünnplattigen „Quarzite“ auf dem Wege zur Schweizeben.

„ 49. Brucker Stadtforst; Liegendgesteine im Hangenden des Gneises, Scherrgraben-Einzugsgebiet.

„ 96. Brucker Lehrforst; aufgelassener Steinbruch am Fuße der Jungfernsprung-Wand.

„ 148. Brucker Stadtforst; Einödwald westlich der Scherrhube.

„ 393. Brucker Stadtforst; Abt. 44 am Nordabhange des Mittagkogel (wahrscheinlich der „Zwölferkogel“ Seeland's) im Einzugsgebiete des Mühlgrabens.

„ 454. Brucker Lehrforst; Steinschlagwald, nahe Höhenmarke 1000 m am Zettelsteige.

„ 580. Utschgraben; Fußpfad vom Schraftnagel zum Oberbresler, Hangendes der Gneise.

„ 648. Utschgraben; Abstieg vom Unterbresler zur Weiglmühle.

„ 666. Brucker Stadtforst; Talerweiterung im Holzgraben bei der Lebergrabenmündung (südlich der Reppin-Quelle).

Die Farbe der vorliegenden Gesteine wechselt von grau (580, 666) bis weißlichgrau (44, 49, 96, 393, 454) und hellgrünlichweiß (148, 648), meist mit einem Stich ins Grünliche. Das Gefüge ist schwach schieferig-flaserig (44, 49, 148, 393, 454, 580, 666), seltener dünnplattig-schieferig. Mit freiem Auge erblickt man milchweiße und rosa gefärbte (148, 393) Feldspäte, klare, fettigglänzende Quarzkörner, ab und zu kleine Nester von Biotitschüppchen (44, 96) und reichliche Massen von Muscovit-Sericit. Letztere umfließen meistens einzelne Körner oder ganze Körner-Gruppen von Quarzen und Feldspäten und rufen so eine Art Flaserung

[1] A. Miller, Bericht über die geographische Erforschung der Umgebung von St. Michael und Kraubath in Obersteier. 5. Bericht des Geogn.-montan. Ver. f. Steierm. Graz 1856.

[2] F. Seeland, Bericht über die geognostische Begehung der südöstlichen Umgebung von Leoben im Jahre 1853—1854. Ebenda.

[3] H. v. Foullon, Über die petrographische Beschaffenheit der kristallinen Schiefer der untercarbonischen Schichten usw. Jb. R. A. 1883, p. 207 ff.

hervor, die gegenüber der Schieferung bald mehr, bald weniger hervortritt. Das Gewebe gleicht bei den grobkörnigen Abarten völlig dem porphyrischen; in einer meist völlig dichten Grundmasse liegen reichliche Einsprenglinge von Quarz, Feldspat und auch Muscovit. Bei den feinkörnigeren Handstücken (96, 648) treten die Einsprenglinge sowohl an Menge als auch an Größe stark zurück.

U. d. M. löst sich die Grundmasse in ein Gemenge von verzahnt ineinandergreifenden Quarzkörnern, Sericithäutchen und Feldspatkörnern auf. Von den Einsprenglingen ist Quarz am reichlichsten vertreten. Ihm fehlt meist jegliche Eigenform, oft ist er gestreckt bis stengelig ausgewalzt (49, 96, 148, 393); Druckstreifung und wellige Auslöschung verraten innere Spannungen, ausgeheilte Klüfte und noch offene Risse und Sprünge sowie Verbiegungen und der Zerfall anscheinend einheitlicher Körner unter × N zeugen von stattgefundener Zertrümmerung. Einbuchtungen der Grundmasse, welche zungenartig in größere Quarzkörner eingreifen, deuten auf die Durchbruchgesteinsnatur der Felsart hin. Häufige Gäste im Quarz sind Sericitlinserchen, Feldspat, Zirkon, Glas, Erzstaub und Apatitnädelchen. Unter den Feldspäten herrscht zwillingsstreifiger, seltener perthitisch gegitterter Plagioklas im allgemeinen vor. Er zeigt selten Eigenform, fast immer ist er verrundet, zerbrochen oder verbogen. Reichliche Einschlüsse von Sericit, Apatit, Eisenerz, Quarz durchschwärmen ihn. Er gehört vorwiegend der Reihe Albit-Oligoklas an, basischere Mischungen sind seltener (44, 49). Der Orthoklas zeigt noch vorgeschrittenere Sericitisierung und Kaolinisierung als der trikline Feldspat. Größere Blättchen von Muscovit zeigen oft Verbiegungen und Zerbrechungserscheinungen. Sericit bildet ab und zu förmliche Pseudomorphosen nach Feldspat oder schmiegt sich oft innig an die Feldspatränder an, bringt, zu welligen Zügen angeordnet, Fluß in das Gesteinsgewebe, findet sich aber auch in förmlichen Linsen und Putzen. Seine Farbe zeigt zuweilen einen Stich ins Grünliche. Seltener ist echter Chlorit (454). Biotit enthalten die Handstücke 44 und 96; einzelne Blättchen schließen Sagenitgitter ein; die Färbung ist bald matt, bald tritt die Zweifarbigkeit kräftig hervor (a hell gelbgrün, b und c tief olivgrün). Erzkörner (Ilmenit) sind meist spärlich vorhanden; nur Schliff 96 und 454 sind reicher daran. In letzteren bilden die Erzkörnchen kürzere oder längere Züge, welche den Glimmerzügen folgen. Zu den selteneren Beimengungen gehören auch Epidot (44, 148, 393), Zoisit (96, 454), Klinozoisit (393), Titanit, Rutil (49), Zirkon, farbloser Granat (44) und Apatit.

Epidot und Klinozoisit sind Folgebildungen nach Feldspat und entstehen vielleicht dort, wo die Plagioklase Kalkstoff und Eisenerzeinschlüsse enthalten; ihre trüben, rundlichen Körner sind meist in Häufchen geschart.

	× Handstück 393	+ Handstück 148	1 Glimmer-quarzit, Näsoddem	2 Gneisquarzit, Schapbachtal	3 Gneisquarzit, Plateau da Rims	4 Hälleflinta, Utö	5 Gneisquarzit, Enare	6 Sericit-quarzit, Stalvedro	7 Schieferiger Porphyr der Windgälle	8 Windgällen-porphyr, Typus IV	9 Windgällen-porphyr, Typus V
Analysenwerte											
SiO_2	80,57	75,60	76,19	80,89	90,44	85,18	80,67	90,10	76,93	74,80	76,41
TiO_2	0,16	0,17	—	0,41	0,33	0,15	0,42	Spur	—	—	—
Fe_2O_3	0,18	0,62	1,29	0,58	0,58	1,03	0,74	1,07	0,85	1,53	0,48
FeO	0,56	0,37	—	2,34	0,41	0,53	1,93	0,27	0,23	0,83	0,74
Al_2O_3	10,41	13,08	9,77	8,31	4,11	7,57	10,17	5,04	14,35	12,60	14,42
P_2O_5	0,02	0,11	—	—	—	—	Spur	—	—	—	—
CaO	0,10	0,10	—	0,48	0,34	0,83	0,93	0,38	1,29	0,79	1,43
MgO	1,29	1,95	1,33	1,22	0,36	0,67	1,14	0,48	0,12	0,17	0,24
S	0,03	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MnO	0,08	Spur	—	—	—	—	—	Spur	—	—	—
K_2O	1,27	1,81	3,82	2,00	1,26	2,66	2,49	1,62	0,60	4,83	3,88
Na_2O	4,10	4,08	1,39	2,83	0,57	1,30	1,47	0,25	2,71	2,54	0,63
H_2O bis 110°	1,13	0,09	1,45	0,92	0,05	—	0,20	0,07	1,01	1,08	1,02
H_2O von 110° bis 1250°	1,23	1,66			1,26	0,14		0,52			
CO_2	0,15	0,03	—	—	—	—	—	—	1,71	—	1,40
Summe	101,28	99,69	98,24	99,98	99,71	100,36	100,16	99,70	99,80	99,17	100,65
Osann'sche Werte											
s	85,48	82,00	83,7	85,7	94,3	88,8	85,3	93,2	84,76	82,50	84,10
n	8,33	7,38	—	—	—	—	—	—	8,72	4,44	2,85
k	2,45	2,04	2,9	2,7	8,8	3,9	3,3	9,0	2,98	1,97	1,97
a	10,99	8,95	8,5	9,0	9,0	9,0	8,0	7,5	6,37	11,68	6,29
c	0,25	0,18	—	1,0	2,0	2,5	3,0	2,5	2,94	1,78	3,13
f	8,76	10,87	11,5	10,0	9,0	8,5	9,0	10,0	10,69	6,54	10,58

	10 Felso-keratophyr, Kupferberg	11 Desgleichen, Pasel a. d. Lenne	12 Desgl., Oberhunden	13 Desgl., Meinerzhagen	14 Desgl., Meinerzhagen	15 Desgl., Olpe	16 Schieferiger Quarzkeratophyr, Oberhunden	17 Keratophyr, Skarlet Point	18 Blasseneckgneis, Rötz	19 Desgl., Himmelkogel	20 Desgl., Radmer
					Analysenwerte						
SiO_2	79,36	80,42	82,45	83.57	72.38	76.41	73.03	74,39	58,96	94.38	65.38
TiO_2	—	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fe_2O_3		1,22	2,54		—	0,29	2.61	1,35		—	—
FeO	0,63	0,62	—	2,04	2.83	0,51	—	—	6,14	0.63	2,48
Al_2O_3	11.54	9,22	8,36	8.01	13,63	12,61	14,33	15.55	16.42	2,76	20,34
P_2O_5	—	0.06	0,15		—	0,19	Spur	—	—	—	—
CaO	0,50	0,86	1.73	0.50	1.10	—	0.74	0,48	4.13	—	1,21
MgO	—	0,34	0,32	Spur	Spur	0.27	0.41	0,33	2,53	0,06	0,71
S	Spur	0,01		Spur	Spur	—	—	—	—	—	—
MnO	1,35	—	—	—	1.69	—	0,69	0,22	—	—	—
K_2O	0,51	0,62	0,78	0,16	1,37	4,29	2,07	2,14	3,02	0,79	4,88
Na_2O	6,20	4.50	2,36	4,53	3,64	3,41	2.97	3,79	2,48	0.16	0,44
H_2O bis 110°											
H_2O von 110° bis 1250°	0,95	0,66	0,23	1.10	1,87	1.46	2.58	1,18	5,78	0,36	4,56
CO_2	–	0.98	1,04	—	1,23	—	—	—	—		
Summe	101.01	99.67	99,96	99.91	99.74	99,50	99,46	99.43	99,46	99.14	100,00
					Osann'sche Werte						
s	83,83	85,98	88,19	88,77	80,63	84,05	81,29	82,40	68,26	97,00	76.67
n	9,50	9,60	8,24	9,77	0,80	5,50	6,60	7,30	5,55	2,37	1,20
k	1,95	0,92	3,71	2,92	2,07	1,98	2,17	2,06	1,32	16.96	1,93
a	14,85	12,48	8,76	15,50	7,45	14,26	7,10	9,77	4,66	5,86	4.70
c	1,09	1,76	5,82	0,78	2,01	—	1,34	0,73	4,85	—	1,72
f	4.06	5,76	5,42	3.72	10.54	5.74	11,56	2,06	10,49	14.14	13,58

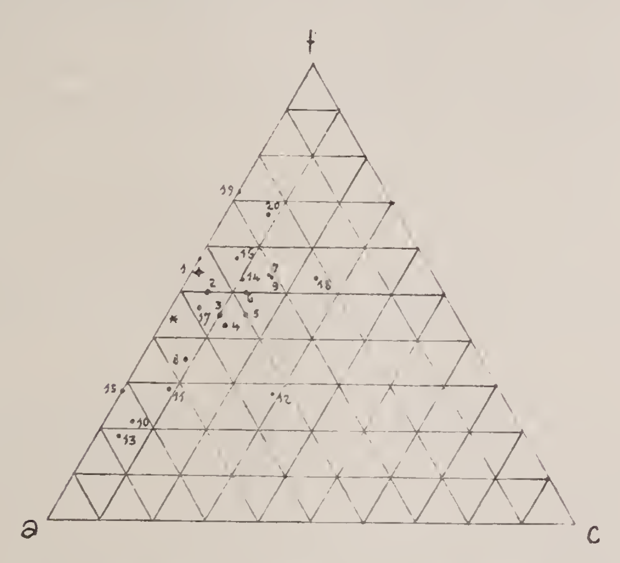
× Handstück 393. Brucker Stadtforst am Mittagkogel bei Oberaich. (Mühlgraben-Sammelgebiet.)
+ Handstück 148. Brucker Stadtforst, Einödwald.
1. Glimmerquarzit. Näsoddem. Christiania.
2. Kata-Gneisquarzit, Gneiswand, Schapbachtal im Schwarzwald.
3. Meso-Gneisquarzit, Plateau da Rims, Unterengadin.
4. Kata-Gneisquarzit („Hälleflinta") von Utö, Schweden.
5. „ Enare, Finnland.
6. Sericitquarzit, Stalvedro bei Airolo, Tessin.
7. Schieferiger Porphyr der Windgälle.
8. Porphyr der Windgälle, Typus IV.
9. „ „ „ „ V.
10. Ungeschieferter Felsokeratophyr von Kupferberg bei Wipperfurt.
11. „ „ „ Pasel a. d. Lenne.
12. Massiges, höchst festes und hartes Gestein an der Straße Oberhunden—Röspe.
13. Felsokeratophyr von Meinerzhagen (Steinbruch „Hohlinden").
14. „ „ „
15. Einsprenglingsarmer Quarzkeratophyr von der Rüblinghäuser Mühle bei Olpe.
16. Schieferiger Quarzkeratophyr von Oberhunden.
17. Mikrogranitischer Keratophyr von Skarlet Point auf der Insel Man.
18. „Körniger Blasseneckgneis" aus der hinteren Rötz. Mittel aus zwei Analysen.
19. Desgleichen vom Himmelkogel, Vordernberg N.
20. „ aus der Radmer.

1—6 nach U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer. Berlin 1910.
7—9 „ C. Schmidt, Geologisch-petrographische Mitteilungen über einige Porphyre der Zentralalpen und die in Verbindung mit denselben auftretenden Gesteine. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. IV. 1886. p. 388 ff.
10—16 „ O. Mügge, Untersuchungen über die „Lenneporphyre" in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. VIII. 1893. p. 535 ff.
17 „ A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil. Stuttgart.
18—20 „ H. v. Foullon. Über die Grauwacke von Eisenerz. Der „Blasseneck-Gneis". V. R. A. 1886. p. 83 ff.

Gefüge, Gewebe, mineralogische Zusammensetzung und die Tracht einzelner Minerale sprechen dafür, daß die betrachteten Gesteine Durchbruchsgesteine in der äußeren Tracht kristalliner Schiefer sind. Diese Vermutung gewinnt eine starke Stütze an den Ergebnissen der Analysen, welche von Proben der Handstücke No. 148 und 393 ausgeführt wurden; sie sind nebst einigen Ana-

lysenergebnissen ähnlicher Gesteine in der tieferstehenden Tabelle zusammengestellt. Das Ausgangsgestein dürfte einem Keratophyr bezw. Quarzkeratophyr-Magma seinen Ursprung verdanken. Nach der Benennungsweise GRUBENMANN's würde das Gestein in seiner jetzigen Tracht als Gneisquarzit zu bezeichnen sein.

Tatsächlich liegen im OSANN'schen Dreiecke (Fig. 1) den Analysenpunkten der Brucker Gesteine jene von mir errechneten des mikrogranitischen Keratophyrs von Skarlet Point auf der Insel Man (No. 17), des Porphyrs der Windgälle (No. 7, 8 und 9), sowie einiger sogen. Lenneporphyre (No. 11. 14 und 16) sehr nahe. Auch



die Beschreibungen, welche SCHMIDT und MÜGGE von diesen Gesteinen geben, decken Gemeinsames mit den Brucker Handstücken auf. Von den Analysenwerten der Quarzitgruppe, welche GRUBENMANN anführt, kommen jene des Glimmerquarzites von Nässodem (1), des Kata-Gneisquarzites von der Gneiswand im Schapbachtale (2), des Meso-Gneisquarzites vom Plateau da Rims (3), des Kata-Gneisquarzites („Hälleflinta") von Utö (4), des Kata-Gneisquarzites von Enare (5) und des Sericitquarzites von Stalvedro (6) den Porphyrabkömmlingen aus der Brucker Gegend nahe. Sonst lassen sich gewisse verknüpfende Beziehungen zu den „Blasseneckgneisen" aus der hinteren Rötz, am Himmelkogel und aus der Radmer nicht verkennen, welche H. v. FOULLON ausführlich beschrieben und analysiert hat (18, 19 und 20).

Die von mir aus dem Utschgraben (580, 648) und vom Mittagkogel (393) angeführten Handstücke dürften sich ziemlich genau mit dem „sandsteinartig aussehenden, sehr licht grünlichgrauen Vor-

kommen im Hintergrunde des Mühlbachgrabens bei Bruck a. d. Murr (Zug 3 über dem ‚Weißstein‘)“ decken, das H. v. Foullon[1] als „Blasseneckgneis“ kurz beschrieben hat. Erst durch die Forschungen von Ohnesorge[2], Redlich[3] und Heritsch[4] wurde die porphyrische Herkunft so mancher Gesteine der „Grauwackenzone“, darunter auch der „Blasseneckgneise“ aufgedeckt, obwohl Jahrzehnte vorher bereits Pichler[5] auf das Vorkommen eines porphyrischen Schiefers bei Fieberbrunn am Pillersee hingewiesen hatte. Durch die Auffindung von durch gebirgsbildende Kräfte veränderten Porphyrabkömmlingen bei Bruck a. d. Murr erscheint die Reihe derartiger Vorkommen in der Grauwackenzone Obersteiers vermehrt, und es wird Aufgabe einer folgenden Untersuchung sein, die tektonischen und petrographischen Beziehungen dieser schieferig-flaserigen Porphyrabkömmlinge zu ihren Nachbargesteinen festzustellen.

Feldbach, im Mai 1917.

Ekzeme und Tektonik.

Von **R. Lachmann** †.

Mit 5 Textfiguren.

Die durch den deutschen Kalibergbau veranlaßte Untersuchung der dyadischen Salzmassen in Nord- und Mitteldeutschland hat, ungeschadet der besonderen Deutung der verschiedenen Beobachter, das eine gemeinsame Ergebnis gezeitigt, daß man angefangen hat, das Problem der Salzformung von demjenigen der Formung des Untergrundes losgelöst zu betrachten.

Die Salzmassen verfolgen kraft ihres besonderen physikalischen Verhaltens, kraft ihrer Plastizität, ihrer Neigung zur Rekristallisation und kraft ihres geringen spezifischen Gewichtes die Tendenz, sich

[1] H. v. Foullon, Über die Verbreitung und Varietäten des „Blasseneckgneis“ und zugehöriger Schiefer. V. R. A. 1886. p. 111 ff.

[2] Th. Ohnesorge, Über Silur und Devon in den Kitzbüchler Alpen. V. R. A. 1905. p. 373 ff.

[3] K. Redlich, Die Eisensteinbergbaue von Peyerbach—Reichenau. Berg- u. Hüttenm. Jahrb. 1907.

[4] Fr. Heritsch, Zur Genesis des Spateisensteinberges des Erzberges bei Eisenerz. Mitt. d. Wien. Geol. Gesellsch. 1908. p. 396; — Beiträge zur Geologie der Grauwackenzone des Paltentales. Mitt. nat. Ver. f. Steierm. 48. p. 3 ff. (Mit vielen sehr ausführlichen Beschreibungen von Dünnschliffen ähnlicher Gesteine, wie die von mir angeführten.)

[5] A. Pichler, Beiträge zur Geognosie Tirols. N. Jahrb. f. Min. etc. 1875. p. 926 ff.

an dazu prädisponierten Stellen zu akkumulieren in Form von unregelmäßigen Prismen oder Zylindern, welche ich Ekzeme genannt habe. Diese Gebilde wachsen kontinuierlich aus der nährenden Zechsteinschicht hervor oder werden, was lediglich ein anderes Bild für denselben Vorgang ist, durch die lastenden Nebengesteinsschichten herausgedrückt. Sie würden nach Arrhenius erst bei einer Herausragung um ein Zehntel ihrer Höhe, also als Salzberge von 500 m Höhe, zu wachsen aufhören, wenn die Zechsteinformation 5 km tief gelagert ist. Daß wir das nicht beobachten können, beruht auf der Lösung der Salzstöcke durch Grundwasser. Immerhin ragen bei uns die Ekzeme Helgoland, Lüneburg, Segeberg und Sperenberg 40—80 m über ihre Umgebung empor. Es dürfte bekannt sein, daß über die relative Bedeutung der drei oben genannten Faktoren des Ekzemwachstums die Meinungen noch auseinandergehen. Ich will für heute aber einen anderen Punkt berühren, nämlich die Frage, ob die Ekzeme, die ja ihrer Beschaffenheit nach atektonisch genannt werden müssen, ihrer Lage nach an bestimmte Linien der Gebirgsbildung geknüpft sind.

Zur Lösung dieser Frage ist nun, wie mir scheint, der deutsche Boden ein recht ungeeignetes Feld. Ist doch Nord- und Mitteldeutschland, wie auch in Gegenden mangelnder Zechsteinbedeckung festgestellt werden kann, in jüngeren Zeiten aufs intensivste disloziert worden. Es ist daher ganz selbstverständlich, daß wir, sobald im Tiefland ein Salzstock hervorragt, geneigt sind, ihn als Sattel einer bis ins mitteldeutsche Hügelland hindurch zu verfolgenden tektonischen Linie aufzufassen. Es ist aber ebenso berechtigt, daß für denjenigen, der von den oben skizzierten Phänomenen der Salzlagerstätten ausgeht, das tektonische Bild von Mitteldeutschland ins Schwanken gerät. Vielleicht haben wir uns den tektonischen Bau des Untergrundes viel einfacher zu denken: vielleicht existiert zwischen Harz und Flechtinger Höhenzug nur ein einziges weit gespanntes Versenkungsbecken wie zwischen Harz und Thüringer Wald, und alles, was wir als Salzgitterschen Sattel, als Elm, Hackel, Lappwald, kurzum als kleinere Einheiten zwischen den genannten varistischen Horsten unterscheiden, vielleicht ist das alles nur Scheinarchitektur, welche die ekzematischen Bewegungen des Salzes dem Deckgebirge aufgeprägt haben, während der Boden ungestört unter diesen tektonischen Kleinformen hindurchzieht. Zu einer solchen Auffassung gelangt man, wenn man z. B. das neue Profil betrachtet, welches Keilhack in dem neu erschienenen Blatt Staßfurt durch den Staßfurter Sattel hindurchgelegt und bei dem er sicherlich nicht ohne Grund den mittleren Zechstein unter der Sattelwölbung des Salzes ungestört hindurchgehen läßt.

Die Entscheidung über die Frage, ob der Bau der kleineren Einheiten von Norddeutschland ekzematischer oder tektonischer

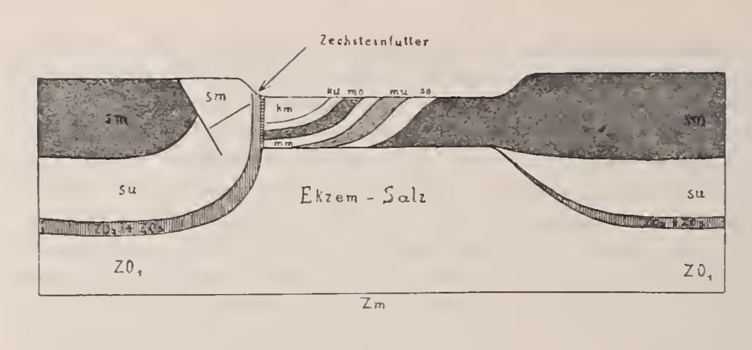


Fig. 1. Atektonisches Ekzem des zwischen Harz, Thüringer Wald und Rheinischem Schiefergebirge beobachteten Typs.

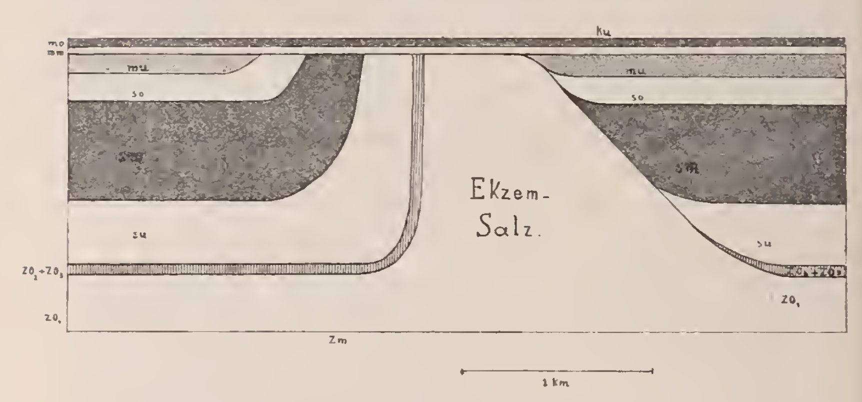


Fig. 2. Einseitiges Ekzem vor Beginn der Auslaugung (ähnlich dem im Allertal beobachteten Vorkommen).

Erklärung zu Fig. 1 und 2.

Zo = oberer Zechstein,
Su = unterer, Sm = mittlerer, So = oberer Buntsandstein,
Mu = unterer, Mm = mittlerer, Mo = oberer Muschelkalk,
Ku = unterer, Km = mittlerer Keuper.

Natur ist, kann nun exakt nur durch Tiefbohrungen geführt werden, welche bis auf den Boden der Salzstöcke herunterreichen, und derartige Tiefbohrungen liegen nun leider nur in sehr beschränkter Anzahl vor. Wir sind daher vorläufig in der Frage auf Wahrscheinlichkeitsgründe angewiesen, von denen ich einige namhaft machen will, und zwar einige, die für, und andere, die gegen die rein ekzematische Natur bisher für tektonisch gehaltener Gebirgszüge sprechen.

pp 417-422 bound after page 426

rein tektonisch zu begründen. Sollen wir etwa annehmen, daß große Teile dieser Gräben ehemals Horste gewesen sind, in denen nur Schichten bis zum mittleren Zechstein herab sich über den Buntsandstein der Umgebung emporgehoben haben, um dann genau in derselben Breite als schmale Gräben wieder einzubrechen? Fassen wir aber die Gräben als durch Senkung oder Zerrung entstanden auf, so besteht absolut kein mechanischer Grund, das Auftreten dieser schmalen Klemmstreifen von Zechstein an den Grabengrenzen verständlich zu machen.

Hingegen ergibt sich eine einfache *Deutung* bei der von mir vorgeschlagenen *Entstehung der Gräben als Auslaugungskanäle über Ekzemstreifen.*

Der Salzstrom schleppt, wie wir in Hannover beobachten können, an seinen Rändern kleinere und größere Schollen der Deckschichten mit empor, und so sind auch bei der Ausbildung der mitteldeutschen Grabenekzeme an mehreren Stellen die Salzdeckschichten der Zechsteinformation, eventuell bis zu den Grauwacken des mittleren Zechsteins herab, im Salz an der Grenzfläche emporgezogen worden. Später kamen diese Streifen von Ekzemfutter bei der in Fig. 1 und 2 schematisch veranschaulichten Auflösung zwischen Graben und Nebengebirge verklemmt zu liegen und wurden schließlich an günstigen Stellen durch die Erosion entblößt. *Bisher übersehene Zechsteinausfütterung der Gräben ist also ein gewichtiger Grund für ihre Deutung als Salzlinien.*

Ein dritter Grund für meine Auffassung ist die Tatsache, daß sich die *Gräben* auch *geophysikalisch* wie echte *Ekzeme* verhalten. Es ist bekannt, daß Arrhenius die Ursache des Ekzemwachstums in einer Störung der Isostasie erblickt hat, und isostatische Störungen in der Erdrinde werden bekanntlich als Massendefizit oder Massenüberschuß durch Schweremessungen festgestellt.

Jedes Ekzem muß an der Oberfläche durch Pendelversuche nachweisbar sein, und in der Tat läßt sich zeigen, daß der größte Teil der von dem preußischen geodätischen Institut in Norddeutschland festgestellten Schwereanomalien (Massendefizite) in der Nähe von heute bekannten Ekzemen liegt.

Nun ist andererseits bekannt, daß echte tektonische Gräben, beispielsweise Rheintalgraben, ost-afrikanische Gräben, Tiefseegräben einen Massenüberschuß durch vermehrte Schwere zu erkennen geben, eine Erscheinung, die bekanntlich als isostatische Kompensation gedeutet wird. Mit dieser Regel befinden sich unsere mitteldeutschen Gräben im Widerspruch insofern, als z. B. im Leinetalgraben keine Kompensation, sondern im Gegenteil ein Massendefizit festgestellt wurde. *Die mitteldeutschen Gräben verhalten sich also auch geophysikalisch nicht wie tektonische Gräben, sondern wie Ekzeme.*

Viertens ist anzuführen, daß das ganze Phänomen der Grabenbildung in Mitteldeutschland in mehr als einer Hinsicht aus dem gewohnten Bild der Tektonik herausfällt. Das ganze Gebiet zwischen Harz und Schiefergebirge erhält, wenn wir uns die Gräben fortdenken, die einfache Plateauform, wie sie im übrigen Mitteldeutschland, in Thüringen, Franken, Bayern außerhalb der Alpen zu finden ist.

Vom Rheintalgraben, überhaupt von echten tektonischen Gräben unterscheiden sie sich durch folgende Eigenschaften: Geringe Breite (zwischen 0,5 und 8 km) im Vergleich zu einer großen Länge (420 km im Bereich der Skizze) und verhältnismäßig beträchtlicher Sprunghöhe (durchschnittlich 1000 m beim Leinetalgraben). Auffallende und tektonisch ungewohnte Züge sind ferner die häufigen Dichotomien ohne Durchsetzen der Verzweigungen durcheinander. Schwer erklärlich auf rein tektonischem Wege bleibt auch die Erscheinung der Umlenkung im Streichen der Gräben, wobei das doppelte Knie Ober-Beisheim — Wichte besonders in die Augen fällt. Eine derartige Erscheinung ist jedenfalls weder durch Zerrung. noch durch Faltung erklärbar, und auch wenn wir Senkung annehmen, muß schon ein besonderer Anlaß vorliegen, wie ihn eine Ekzemauslaugung bilden kann. Die Richtung der Gräben verfolgt übrigens keinen irgendwie erkennbaren tektonischen Bauplan. Man sieht, daß jede Himmelsrichtung durch Grabenstrecken belegt werden kann; zwar zeigt sich eine Bevorzugung der Nordwestrichtung mit 140 km Grabenstrecke, aber die Nordsüdrichtung (110 km) und die Nordostrichtung (105 km) stehen nicht weit hinter dieser Hauptrichtung zurück, und auch das letzte Viertel der Windrose, die Ostwestrichtung, wird auf 65 km Länge von den Gräben eingehalten. Lösen wir nun die genannten Gräben aus dem Bauplan der mitteldeutschen Gebirge heraus, so ergibt sich vor allem, daß die nordwestlichen Züge noch markanter hervortreten, als es bisher der Fall war. Die wichtigsten nordsüdlichen oder rheinischen Linien sind fortgefallen, und was übrigbleibt, ist eine Schollenstruktur, in der zwar sämtliche Himmelsrichtungen eine Rolle spielen, in der aber eine dominierende Stellung lediglich den nordwestlichen oder sudetischen Linien vorbehalten ist. (Es handelt sich dabei natürlich nur um das mesozoische Deckgebirge.)

Eine zweite Stelle, in der meines Erachtens die heutigen Aufschlüsse genügen, um die tektonische Vorstellung auszuschalten, ist der sog. Teutschenthaler Sattel, westlich von Halle. Hier erhebt sich bekanntlich zwischen dem Muschelkalkbecken Halle—Mansfeld und dem ebenfalls von Muschelkalk erfüllten Querfurther Becken ein Buntsandsteinsattel, welcher die Verbindung zwischen dem paläozoischen Hornburger Vorsprung des Harzes und dem alten Gebirge von Halle darzustellen scheint. Ich habe nun feststellen können, daß dieser Buntsandsteinsattel atektonischer Natur ist,

weil die aus den Tiefbohrungen erkennbaren Isohypsen im mittleren Zechstein aus dem südlichen Becken um den Hornburger Vorsprung herum in die Mansfelder Bucht hineintreten derart, daß der Untergrund sich kontinuierlich unter der Buntsandsteinkuppe gegen Südosten zu senkt. Wir haben also hier, ähnlich der von KEILHACK bei Staßfurt vermuteten Erscheinung den Fall vor uns, daß, wie durch Tiefbohrungen nachweisbar wurde, eine bisher für tektonisch gehaltene Wölbung der Deckschichten lediglich durch eine ekzematische Anschwellung des Zechsteinsalzes veranlaßt wurde.

Nachwort des Herausgebers:

Zusammenfassung.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Frage des Aufbaues der Salzekzeme und ihrer Umgebung ist die vorliegende, leider unvollendet hinterlassene Arbeit LACHMANN's, in der das neue Moment der Berücksichtigung der experimentell (d. h. durch Pendelmessungen) feststellbaren Schwereverhältnisse besondere Wichtigkeit beansprucht. Die wichtigsten Ergebnisse dürften die folgenden sein:

1. Im Fuldatal (bei Baumbach) und bei Hundelshausen (im S des Leinetalgrabens) ist schon aus der geologischen Kartierung abzuleiten, daß die mitteldeutschen Gräben überhaupt nicht in den Untergrund hineinreichen, sondern vielmehr lediglich in die Deckschichten der Zechsteinsalze eingesenkt sind.

2. Die schmalen eingeklemmten Zechsteinstreifen, welche zwischen dem Buntsandstein der Hochfläche einerseits, dem Keuper und Muschelkalk der Gräben andererseits auftreten, gehören an allen 12 vom Verf. untersuchten Stellen zu den Schichten über dem Zechsteinsalz (d. h. dem Plattendolomit oder ob. Zechsteinletten); Zechsteinkalk, Kupferschiefer und Konglomerate fehlen stets. Das aufsteigende Salz hat diese kleinen Bruchstücke vom oberen Zechstein als „Ekzemfutter" mit emporgeschleppt.

3. Die Gräben sind also nicht tektonische Einbrüche, sondern sind durch Auslaugung und Einsturz des unterwühlten Hangenden entstanden, d. h. als atektonische Ekzemstreifen zu deuten.

4. Da die Ekzementstehung auf einer Störung des isostatischen Gleichgewichtes beruht (ARRHENIUS), stellen die Salzlinien und atektonischen Salzgräben Zonen eines Massendefizits dar, wie aus den Schweremessungen (d. h. den Pendelversuchen des Kgl. Preuß. Geodät. Institutes)[1] hervorgeht (Leinetalgraben). Dagegen besitzen echte tektonische Gräben (d. h. Rheintal, ostafrikanische Brüche und

[1] Vergl. Die Höhenbestimmungen der Kgl. Preuß. Landesaufnahme d. Provinz Rheinland. 1. Heft. Berlin 1885, und Nivellements-Ergebnisse d. Kgl. Preuß. Landesaufnahme. Heft XII. Rheinprovinz. Berlin 1898.

pazifische Tiefseegräben) infolge der vermehrten Schwere einen Massenüberschuß.

5. Somit ist auch auf geophysikalisch-experimentellem Wege der atektonische Ursprung des Leinetales und des Gelstertalgrabens u. a. sichergestellt.

6. Rein morphologisch unterscheiden sich die atektonischen Gräben vor allem durch geringe Breite (0,5—8 km), sehr bedeutende, d. h. unverhältnismäßige Länge (bis 420 km) und Sprunghöhe (bis 1000 m), sowie die unbestimmte, wechselnde Richtung von den echten tektonischen Einbrüchen.

7. Wahrscheinlich bilden auch die sonstigen Erhebungen in der Umgebung des Harzes — Elm, Hackel, Lappwald — nur ekzematische Erhebungen, d. h. eine Scheinarchitektur.

8. Bei manchen atektonischen Sätteln und Gräben (Allertalgraben n. Kirschmann), Staßfurter Sattel n. Keilhack, Teutschenthaler Buntsandsteinsattel n. Lachmann) ist die ungestörte Lagerung des unter dem Salz lagernden (hyposalinaren) Untergrundes durch Bohrungen oder durch Vergleich der Isohypsen nachgewiesen worden.

Durch die überaus klare Darstellung der atektonischen Faltung und der gleichartigen Einbrüche widerlegt Lachmann den seither gemachten, ohnehin wenig aussichtsvollen Versuch, die saxonische „Faltung“ zu retten. **Frech.**

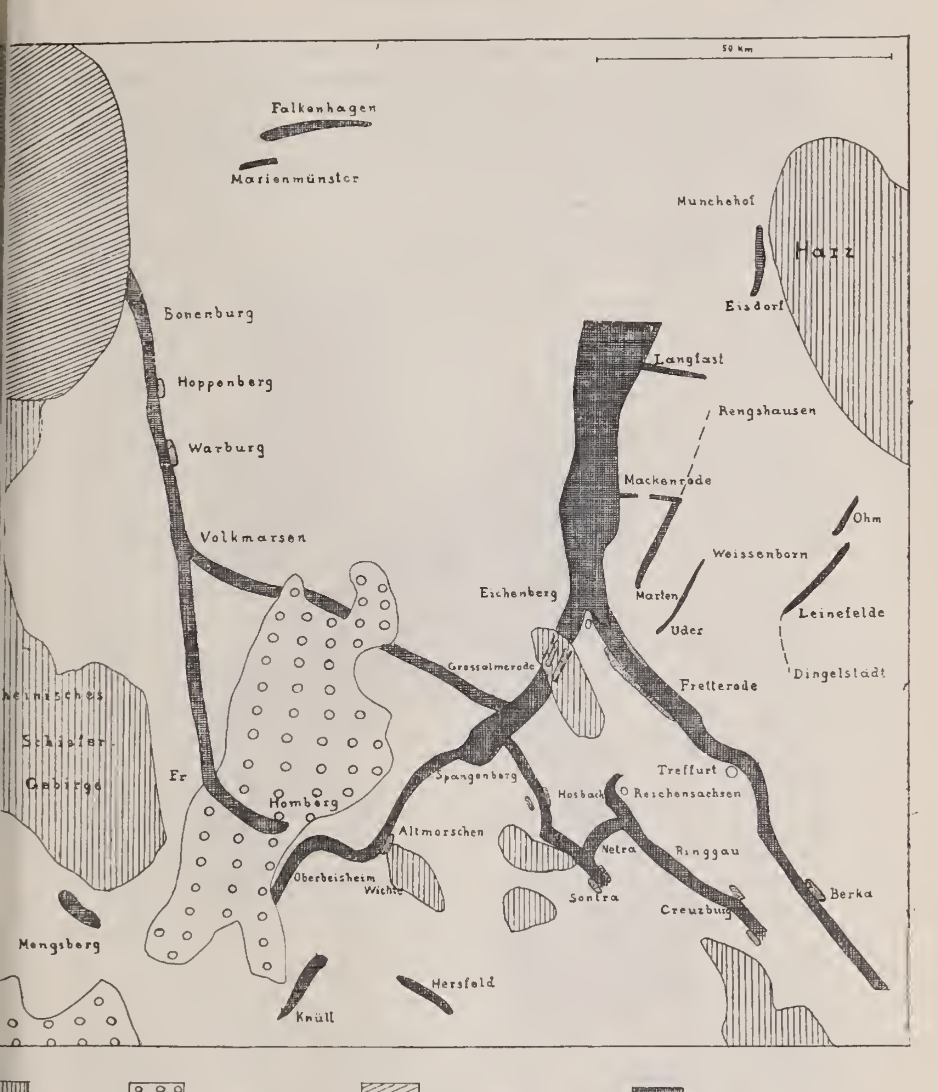
Eine neue Crustaceen- (Mysidaceen-) Form aus dem lithographischen Schiefer des oberen Jura von Franken.

Von **F. Broili.**

Mit 3 Abbildungen.

Durch Herrn Verwalter Grimm, dessen eifrigen Aufsammlungen im lithographischen Schiefer Frankens die Münchner Sammlung schon manches interessante Stück zu verdanken hat, erhielt ich kürzlich die Reste von vier kleinen Krebsen vorgelegt, die zwar in ihrer Erhaltung viel zu wünschen übrig, aber immerhin so viel erkennen lassen, daß es sich bei ihnen um eine unbekannte oder vielleicht auch nur übersehene Form handelt. Außer diesen Stücken entdeckte ich nämlich unter den „Dubia“ unserer Sammlung ein 5. Exemplar, das allerdings auch nicht durch gute Erhaltung ausgezeichnet ist.

Die Reste gehören einem langgestreckten, kleinen Thoracostracen an, dessen Größe von den Augen bis zum Hinterende bei den vorliegenden Stücken zwischen 4 und 5 cm schwankt und dessen ungemein zartes Chitinskelett anscheinend nur schwach verkalkt ist.



Die ungestörten Schichten sind weiß gelassen.

Fig. 3. Skizze der Ekzemstreifen (Gräben) in Mitteldeutschland.

Für nicht tektonisch halte ich zunächst die ganze Gruppe der Gräben, die für das Gebiet zwischen Harz, Thüringer Wald und Rheinischem Schiefergebirge kennzeichnend ist. Die Gräben sind meines Erachtens nach dem Schema von Fig. 1 gebaut.

Sie verdanken ihre Entstehung einer tiefen Auslaugung von Ekzemstreifen. Vor Beginn der Auslaugung haben sie das Aussehen von Fig. 2 gehabt.

Die Gründe für diese Auffassung sind die folgenden: Die Gräben, deren Verlauf schematisch auf der beifolgenden Fig. (3)

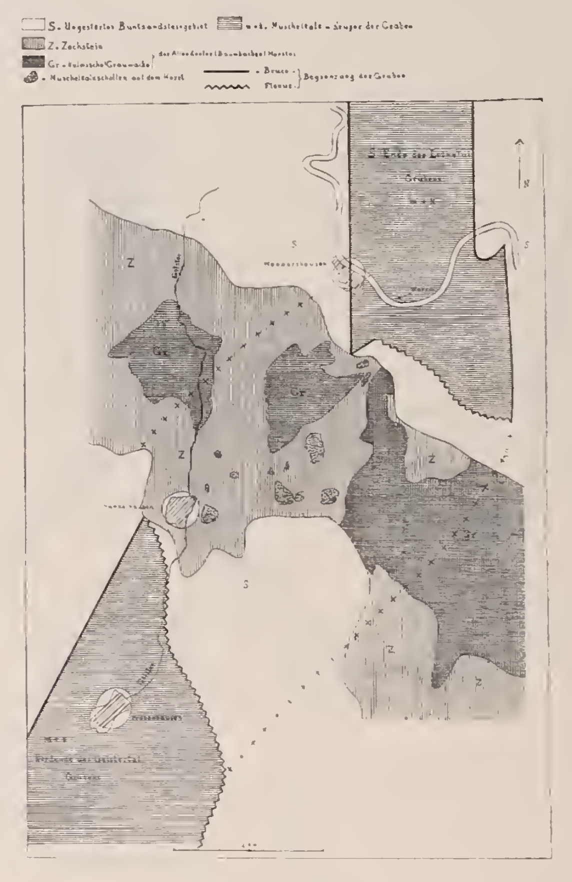


Fig. 4. Skizze der Lagerungsverhältnisse im unteren Gelstertal.

dargestellt ist, sind nur in die Schichten bis zum Zechstein eingelassen und hören an denjenigen Stellen auf, an denen durch tektonische Bewegung hyposalinare Schichten entblößt sind. Es sind das zwei Vorkommen:

Die erste derartige Stelle bei Hundelshausen im unteren Gelster Tale habe ich ausführlich in meiner Habilitationsschrift geschildert. Die Verhältnisse sind aus der beigefügten Skizze zu entnehmen (Fig. 4).

Bei Wendershausen am linken Ufer der Werra trifft der südliche Ausläufer des Göttinger Leinetalgrabens auf den aus Zechstein und älterer Grauwacke bestehenden Allendorfer Rundhorst auf. Der Graben, der sich schon nördlich der Werra bei der Annäherung an das ältere Gebirge von 8 auf 2 km verschmälert hat, immerhin aber noch Keuper gegen mittleren Buntsandstein verworfen zeigt, geht südlich der Werra plötzlich in eine einfache quer verlaufende Flexur über, wobei sich der Buntsandstein dem Streichen des älteren Gebirges anpaßt.

Ebenso läuft auf der anderen Seite des Horstes der Gelster Talgraben in eine schmale Spitze aus, welche im Westen durch die fortstreichende Grabenrandspalte, im Osten durch eine in das Fortstreichen einlenkende Flexur gebildet wird.

Schon diese Tatsache, daß nämlich Gräben, die einen Verwerfungsbetrag bis 1000 m besitzen, einfach aussetzen, sobald sie einer geringen Aufwölbung des Untergrundes begegnen, ist meines Erachtens nur dadurch zu erklären, daß diese Gräben nicht in das aufgewölbte Gebirge unter dem Salz hereinreichen. Dazu treten aber noch folgende Erscheinungen:

a) Auf der Höhe des Horstes, und zwar in dem Streichen zwischen den beiden Gräben, sind etwa ein Dutzend Schollen von Muschelkalk bekannt geworden, welche und zwar nur dem salzführenden Teile dieser Formation aufgelagert sind. Bei den schlechten Aufschlüssen will ich zugeben, daß, wie von anderer Seite eingeworfen ist, einzelne Schollen dem Zechsteingips nicht nur auf-, sondern eingelagert sind. Das ist bei der unregelmäßigen Auslaugung des Untergrundes nur zu erklärlich. Hingegen zeigt das Vorkommen am Gottesberg oberhalb Hundelshausen, wo an der West- und Nordseite durch Erosion die Grenzfläche Muschelkalk—Zechsteingips bloßgelegt ist, daß in der Tat, wie auf der Moesta-Beyschlag'schen Karte richtig dargestellt ist, eine übergreifende Lagerung der beiden Formationen aufeinander vorliegt.

b) Bei Hundelshausen zeigt der Zechsteingips allein über Tage eine Mächtigkeit von 60 m, die Gesamtmächtigkeit dürfte heute noch das Doppelte betragen. Diese Tatsache verträgt sich sehr schlecht mit den geringen Resten von Zechsteingips, die sich sonst rings um den Allendorfer Rundhorst zeigen; sie wird aber leicht erklärlich, wenn wir uns das Vorkommen bei Hundelshausen als ein Ekzem vorstellen, bei dem die Auslaugung das Endstadium erreicht hat, bei dem also die überlagernden Gebirgsschichten von Fig. 2 auf den mit Gipsresiduen angefüllten Ekzemboden zu liegen kommen

c) Bei dieser Deutung wird auch eine dritte Erscheinung verständlich, welche sich nur gezwungen auf rein tektonischem Wege auflösen läßt; sämtliche Kontakte innerhalb des auf der Skizze ausgeschiedenen Streifens sind nämlich anormal insofern,

als sich Zechstein und Buntsandstein in dem umschriebenen Gebiete stets in zweiseitiger Diskordanz begegnen. Es fehlen nämlich an allen Aufschlüssen Teile des oberen Zechsteins und Teile des unteren Buntsandsteins. Dasselbe Bild muß sich notwendigerweise ergeben, falls das Ekzem, auf dessen Auslaugung die Grabenbildung beruht, die in Fig. 2 gezeichnete einseitige Form gehabt hat. Ähnliche Profile hat an einem bestehenden Ekzem Kirschmann aus dem Allertale gezeichnet. Die Ausbildung eines derartig schiefen Salzprismas ergibt nun einerseits die Flexurbegrenzung im Gelster Talgraben und bei Wendershausen im Gegensatz zur westlichen Bruchbegrenzung, und ergibt andererseits bei vollständiger Auslaugung die geschilderte Schichtenlücke an der Grenze Buntsandstein—oberer Zechstein.

Der Gelster Talgraben setzt sich über Lichtenau und Spangenberg in südwestlicher Richtung fort und überquert bei Alt-Morschen das Fuldatal, um bei Wichte eine Streichknickung nach Westen und bei Ober-Beisheim eine Rücklenkung in die Südwestrichtung zu erfahren.

Bei Alt-Morschen ist nun die zweite Stelle, an der das mitteldeutsche Grabensystem sich mit einem Horst begegnet, und zwar ist es das Grauwacken- und Zechsteingebirge von Baumbach, welches sich am Grunde des Fuldatales mit einer Nord-West gerichteten Spitze gegen den Graben vorschiebt (siehe Fig. 5). Man sieht nun auf der von Beyschlag gezeichneten geologischen Spezialkarte deutlich folgendes: Der Graben weicht mit seiner süd-östlichen Begrenzung dem Zechsteinvorsprung aus. Besonders deutlich zeigt sich das an der zur Grabenlinie an einer Flexur hinabgebogenen Grenze zwischen mittlerem und unterem Buntsandstein, wie auf der Skizze gezeichnet ist. Von der durch Kreuze angedeuteten Linie an tritt das Auskeilen der Bröckelschieferletten und des unteren Buntsandsteins einerseits, der hyposalinaren Schichten des Zechsteins andererseits ein, bis schließlich auf beiden Seiten des Fuldatales, am Steinbruch oberhalb Heydau, sowie am Gipshaus bei Neu-Morschen die diskordante Auflagerung von Buntsandstein auf Letten des Zechsteins zu beobachten ist. Eine in der Talniederung zwischen Alt- und Neu-Morschen angesetzte Bohrung würde Muschelkalk und darunter direkt oberen oder gar mittleren Zechstein antreffen. Die Kreuzlinie zeigt also ungefähr an, wo der Südostfuß des Ekzems unter dem Graben zu suchen ist, der Nordwestfuß fällt dagegen mit der Randspalte zusammen unter der in Fig. 1 schematisch dargestellten Annahme, daß hier eine senkrechte Aufrichtung des Ekzems die Ausbildung einer steilen Verwerfung veranlaßt hat. Um zusammenzufassen: An beiden in Betracht kommenden Stellen ist aus der Kartierung abzuleiten, daß die mitteldeutschen Gräben überhaupt nicht in den Untergrund hineinreichen, sondern

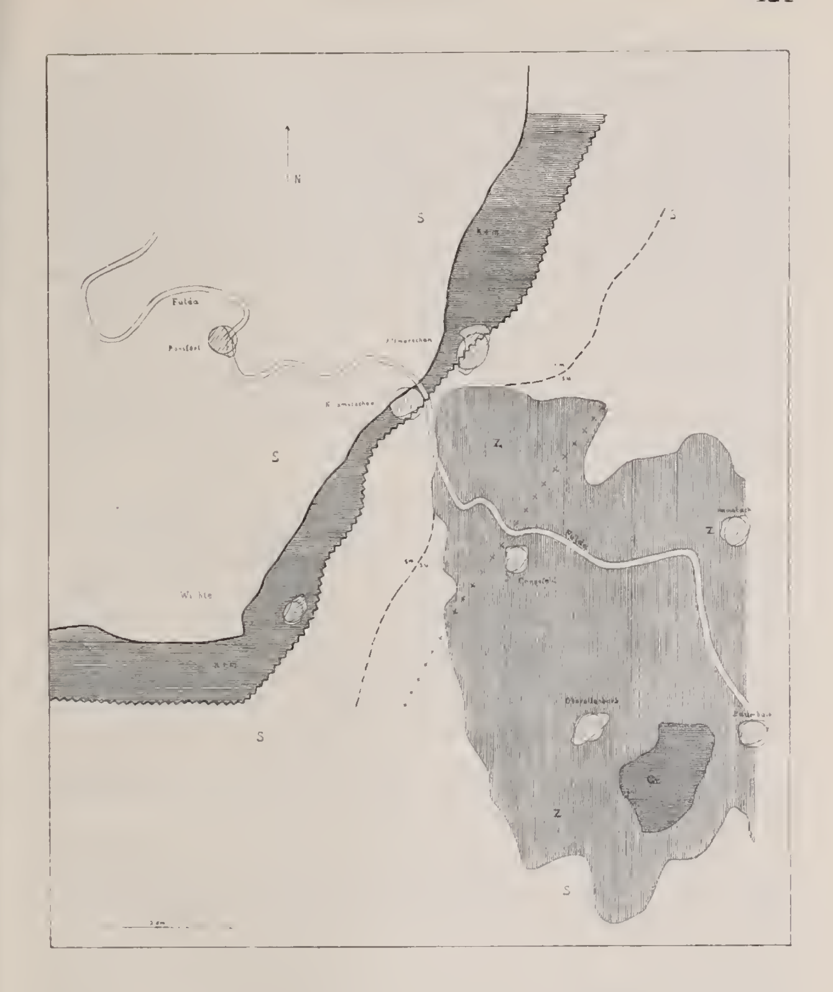


Fig. 5. Zusammentreffen des mitteldeutschen Grabensystems mit dem Horste des Grauwacken- und Zechsteingebirges von Baumbach bei Alt-Morschen an der Fulda.

S = ungestörtes Buntsandsteingebiet,
Z = Zechstein,
Gr = kulmische Grauwacke,
K + M = Keuper und Muschelkalk,
Gezackte Grenze = Flexur,
——— = Bruch,
++++ = Auskeilen des unteren Buntsandsteins einerseits und der hyposalinaren Schichten des Zechsteins andererseits.

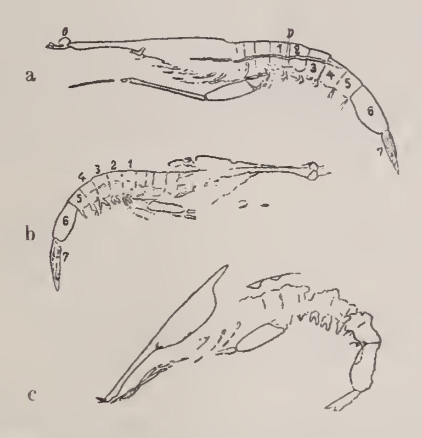
vielmehr lediglich in die Deckschichten der Zechsteinsalze eingesenkt sind.

Eine zweite bemerkenswerte Tatsache, die bisher zwar auf verschiedenen Kartenblättern dargestellt, aber niemals erklärt worden ist, ist das Auftreten paläozoischer Schichten im Zuge der Gräben. Es sind nämlich an folgenden Stellen Zechsteinstreifen, und zwar immer am Rande der schmalen Gräben beobachtet worden: am Hoppenberg bei Bohnenburg, bei Warburg, bei Berka und in einem besonders langen Streifen bei Fretterode im Graben Eichenberg-Gotha, ferner bei Creuzburg, verschiedentlich in der Nähe von Sontra und Hosbach und endlich an den beiden ausführlicher beschriebenen Stellen Alt-Morschen und Hundelshausen. Außerhalb des Bereiches unserer Skizze treten ferner unter ähnlichen Verhältnissen Zechsteinschollen in triassischen Gräben auf bei Urspringen und an mehreren Stellen an der Schmalkaldener Störung bei Wahles und Benshausen.

Das Auftreten des Zechsteins ist in allen diesen Fällen an schmale Zonen unmittelbar an die Grabengrenze gebunden. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß die Erscheinung von Zechsteinschollen in Gräben eine weit größere Verbreitung besitzt. Machen wir uns nur klar, daß die tektonischen Gräben meist auch morphologisch als Täler ausgebildet sind. Dann sind aber bekanntlich gerade die Grabenspalten von dem Schutt der die Täler flankierenden Bergzüge verhüllt, und die Auffindung der häufig nur wenige Meter breiten Dolomiten, Rauchwacken und Letten des Zechsteins wird der Aufmerksamkeit des kartierenden Geologen um so leichter entgehen, als man gerade an dieser Stelle wohl bisher am wenigsten das Augenmerk auf alte Schichten gerichtet hat.

Es ist nun ferner bemerkenswert und bedarf dringend der Aufklärung, daß an sämtlichen 12 Stellen, an denen also im Bereich des Grabens, in der Regel in der Nachbarschaft von Muschelkalk und Keuper unvermutet im Buntsandsteingebiet altes Gebirge auftaucht, daß an all den angeführten Stellen stets nur Schichten auftreten, welche über Zechsteinsalz gelegen sind. Meistens sind sie ohne weiteres als Letten des oberen Zechsteins (zo 1 oder zo 3) oder als Plattendolomit (zo 2) kartiert worden; in anderen Fällen sind Rauchwacken für mittleren Zechstein angesprochen worden, andernorts wurde einfach nur die Zechsteinnatur der Schollen festgestellt. Ich habe sämtliche Vorkommen in den letzten Jahren besucht und mich davon überzeugt, daß an keiner Stelle in den Gräben etwa der eigentliche Zechsteinkalk, Kupferschiefer oder Zechsteinkonglomerate, geschweige denn ältere Formationen auftreten, und daß selbst an den Stellen, wo Rauchwacken des mittleren Zechsteins kartiert worden sind, diese Schollen einem Niveau über dem an mehreren Stellen erbohrten Salzlager der mittleren Stufe angehören. Es wird außerordentlich schwer halten, diese Tatsache

Der Carapax zeigt sich nach vorne in einen langen Hals ausgezogen, an dessen Vorderende große, kurzgestielte Augen sitzen; unter den letzteren sind Reste von Antennen und außerdem an einem Stück auch Spuren der Basalschuppe sichtbar. Ein anderes Exemplar fällt dadurch auf, daß bei ihm (allerdings nur bei entsprechender Beleuchtung erkennbar, nicht anfeuchten!) der Carapax nach vorne und unten eingeschlagen ist, eine Erscheinung, die als „Todesstellung" auch bei der rezenten *Mysis* beobachtet wird und die Peach[1] ebenso bei verschiedenen carbonischen Krustern feststellen konnte.



Francocaris Grimmi n. g. n. sp. aus dem lithographischen Schiefer des oberen Jura von Franken.

a und c von Zandt, b von Eichstädt. a und b in Seitenlage, c in „Todesstellung" mit nach vorne und unten eingeschlagenem Carapax. A Auge. D Darm. 1—7 die Abdominalsegmente. Nat. Größe.

Der vordere Abschnitt des Thorax ist durchweg undeutlich, am hinteren Abschnitt kann ich an einem Individuum sicher 4 (? vielleicht auch 5) Segmentgrenzen sehen. Das ? letzte dieser Thoracalsegmente trägt einen charakteristischen Extremitätenrest: unter den vorhergehenden Segmenten liegt der proximale Teil des kräftigsten Gliedes (? Basipoditen) einer für unsere Gattung charakteristischen Thoracalextremität. Dieses Glied hat schenkelförmige Gestalt und erscheint bei dem besterhaltenen

[1] B. N. Peach, Monograph of the higher Crustacea of the Carboniferous Rocks of Scotland. Memoirs of the Geol. Surv. of Great Britain. Palaeontology. Glasgow 1908. Taf. 6 Fig. 8 u. 1—5!

Stücke proximal schräg abgestutzt, doch ist keineswegs ausgeschlossen, daß diese Begrenzungslinie durch einen darüberliegenden Rest des Exopoditen vorgetäuscht wird, jedenfalls läßt sich weder an diesem noch bei den übrigen Individuen konstatieren, wie es an den Thorax angegliedert wird. Das sich nun anschließende Glied ist schlank stabförmig, während das folgende sich fadenartig verdünnt; ob dieses das Endglied der Extremität darstellt, oder ob ihm noch ein weiteres vorausgeht, geht aus dem Zustande nicht hervor, doch reicht der ganze beinförmige Endopodit bis über die Augen hinaus und stellt vermutlich ein Hilfsorgan der Nahrungszufuhr dar. Bei dem schon erwähnten, mit der „Todesstellung" von *Mysis* verglichenen Stück zeigen sich diese fadenartigen Endglieder dieses Fußes von beiden Körperhälften in gegenseitiger Berührung unter den Augen gelegen. Vor diesem äußerst bezeichnenden Fuß lassen sich an dem gleichen Individuum undeutliche Reste von drei, vielleicht auch vier weiteren Extremitäten beobachten.

Bei allen Exemplaren weist das siebengliederige Abdomen eine beträchtliche Krümmung auf. Seine fünf vorderen Segmente, die nach hinten eine allmählich zunehmende Verschmälerung erkennen lassen, sind nahezu gleich lang und übertreffen in dieser Eigenschaft die zwei letzten Thoracalsegmente; das in der Mitte die größte Wölbung aufweisende 6. Glied des Abdomens erreicht über die doppelte Länge seines vorhergehenden Gliedes; so mißt es z. B. 6 mm bezw. $4\frac{1}{2}$ mm gegenüber 2,5 mm bezw. 2 mm an den beiden besten Stücken. Das schuppige letzte Segment (Telson) kommt annähernd an die gleichen Dimensionen des 6. Gliedes heran, es besitzt spitze Lanzettform. An den fünf vorderen Abdominalgliedern sämtlicher Exemplare sind mehr oder weniger deutliche Reste von Spaltfüßen erkennbar.

An dem schon genannten besterhaltenen Stück kann man den Verlauf des Darmes gut feststellen.

Auf Grund dieser Beobachtungen — von denen die, daß der Carapax nur mit den vorderen Thoracalsegmenten verwachsen zu sein scheint, wohl ausschlaggebend ist — dürfte hervorgehen, daß unsere Funde den Schizopoden, d. h. Mysidaceen zugezählt werden dürften, ohne daß sich freilich irgendwelche größere Ähnlichkeiten mit irgend einer der lebenden und auch bis jetzt bekannten fossilen Gattungen innerhalb dieser Ordnung konstatieren ließen. Formen, bei denen ein Thoracalfußpaar allein eine besonders auffallende Differenzierung erfährt, scheinen unter den lebenden zu fehlen, in der Regel handelt es sich hier um mehrere besonders differenzierte Extremitätenpaare wie bei *Eucopia;* eine Gattung, bei denen nur ein Fußpaar eine etwas ähnlich auffallende Ausbildung zeigt, ist *Stylocheiron*, welcher freilich jetzt von den Mysidaceen getrennt wird (Euphausiacea).

Unter den Decapoden erinnern die rezenten, wie viele Mysidaceen, pelagischen Sergestiden, von denen *Lucifer* einen ähnlich nach vorne verlängerten Carapax aufweist, in ihrem allgemeinen Habitus an unseren jurassischen Vertreter.

Ich habe auch in Erwägung gezogen, daß es sich möglicherweise um Larvenstadien von Decapoden, die ja in den Jura-Ablagerungen Frankens als faunistischer Faktor eine so hervorragende Rolle spielen, handeln könnte; die große Differenzierung des ganzen Individuums, insbesondere des einen Fußpaares, dürfte indessen mit Entschiedenheit gegen eine solche Annahme sprechen. Die Form, die beweist, daß der Jura Frankens an neuen Funden noch keineswegs erschöpft ist, sei nach dem glücklichen und verdienstvollen Sammler: *Francocaris Grimmi* n. g. n. sp. benannt.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Prof. Zimmer vom zoologischen Institut, bei dem ich mir bezüglich der Mysidaceen Rat erholte, für seine freundliche Unterstützung den herzlichsten Dank aussprechen.

Besprechungen.

P. Ehrenberg: Die Bodenkolloïde. Der „Kolloïde in Land- und Forstwirtschaft“ Erster Teil. Eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre. Dresden und Leipzig 1915.

Ziel und Aufgabe des Buches besteht nach des Verf.'s eigenen Worten darin, „die Zusammenfassung und Anwendung unserer Erkenntnis auf dem Gebiete der Kolloïdchemie für die Bodenkunde“ zu geben. Es soll also keine vollständige Land- und Forstwirtschaftslehre geboten, sondern durch das ganze weite Gebiet hindurch immer der eine Weg, das eine Thema verfolgt werden: Welche Bedeutung besitzt die noch verhältnismäßig junge, bisher nicht überall genug gewürdigte Kolloïdforschung für die Agrikulturchemie? Das Buch ist somit von einem bewußt einseitigen Standpunkte aus geschrieben und wird in diesem Sinne von Ehrenberg selbst als „eine Ergänzung für die üblichen Lehrbücher der Bodenkunde, Düngerlehre und Ackerbaulehre“ bezeichnet. Die sorgfältig bis ins einzelne durchgeführte Gliederung des reichen Stoffes weist drei Hauptabschnitte auf: eine 39 Seiten umfassende Einleitung, die einen „Abriß der Kolloïdchemie“ gibt, einen verhältnismäßig kurzen ersten Hauptteil über die „verschiedenen Bodenkolloïde und ihre Eigenschaften“ und einen zweiten: „Wirkungen der Bodenkolloïde“, der an Umfang vier Fünftel des Buches ausmacht und

seinem Inhalte nach die praktische Anwendung des zuvor Ausgeführten in Land- und Forstwirtschaft darstellt.

In seinen theoretischen Ansichten steht der Verf. ganz auf dem Boden der von W. Ostwald, H. Freundlich usw. vertretenen Richtung der modernen Kolloïdforschung. So ist der einleitende Abriß der Kolloïdchemie getragen und in seinen Einzelheiten bestimmt durch die Anschauung, daß man nicht von chemisch irgendwie definierten kolloïden Substanzen, sondern von einem kolloïdalen Zustand der Materie zu sprechen habe, dessen wesentliche Kennzeichen in Art und Grad der Zerteilung des Stoffes sowie im hierdurch bedingten Verhältnis von Volumen und Oberfläche bestehen und den theoretisch alle Substanzen annehmen können, wenngleich einige besonders dazu neigen. Die Kolloïde stellen also nicht eine bestimmte Gruppe von Verbindungen dar, sondern ein Glied der Reihe ungleichartiger Verteilungen, als deren Grenzen einerseits die groben Dispersionen, andererseits die molekulardispersen Phasen anzusehen sind. An der Hand eines von W. Ostwald im Grundriß der Kolloïdchemie gegebenen Beispiels erläutert Ehrenberg in einem ersten Abschnitt seiner Einleitung zunächst sehr anschaulich den wachsenden Einfluß der Oberfläche bei fortgesetzter Zerkleinerung einer Substanz und zeigt an bekannten Vorgängen in der Natur, wie maßgebend die Teilchengröße für das Verhalten eines Stoffes ist, um nach Hinweis auf die Bedeutung des Trennungsmittels den nun vorbereiteten Begriff „Kolloïde“ näher zu bestimmen und diese Gruppe ungleichartiger Verteilungen nach außen abzugrenzen wie in sich zu zergliedern. Einer Besprechung der verschiedenen Arten von Oberflächenkräften, besonders der mechanischen Oberflächenspannung folgt dann der letzte und längste einleitende Abschnitt über die Betätigung dieser Kräfte in kolloïden Systemen. Er behandelt zunächst die Wirkungen der mechanischen Oberflächenspannung, besonders die Adsorptionsvorgänge an Grenzflächen, dann die elektrischen Erscheinungen. Eine kurze Zusammenfassung beschließt den Abriß der Kolloïdchemie, der in der Tat, wie sein Verf. hofft, dem Unterrichteten einen erwünschten „nochmaligen Überblick über sein Wissen“ gewähren, aber in seiner gedrängten Form den uneingeweihten „Praktiker“ wohl manche Schwierigkeit bieten dürfte.

Der erste Hauptteil des Buches erläutert zunächst in einem kurzen „allgemeinen“ Kapitel, welche unter den eingangs genannten ungleichartigen Verteilungen in der Bodenkunde eine Rolle spielen — es sind vor allem die Systeme flüssig-flüssig, fest-flüssig —, und wendet sich dann zu den einzelnen wichtigen Vertretern der Bodenkolloïde, ihrem Vorkommen und Verhalten. An erster Stelle werden die Emulsionen und Tröpfchenkolloïde: Bakterienverteilungen, kolloïde Kieselsäure, Humuskolloïde besprochen, dann Eisenhydroxyd und Tonerde, die den Körnchenkolloïden nahestehen. Die kolloïden

Verbindungen der eben genannten Stoffe sind nur kurz in einem gemeinsamen Abschnitt behandelt, ausführlicher wieder Aufschwemmungen von Sanden, und endlich der Ton, dem ein besonders reichhaltiges Kapitel gewidmet ist. Es werden hier nicht einfache Beschreibungen gegeben, die von einem bestimmten Standpunkte aus abgefaßt sind, sondern jeder einzelne Abschnitt bildet eine Art Monographie des betreffenden Bodenkolloïds, in der auf Grund eingehendsten Literaturstudiums die bisherigen, oft widersprechenden Ansichten und Beobachtungen der verschiedenen Forscher zusammengetragen sind.

Dieser Handbuch-Charakter kennzeichnet auch den umfangreichen zweiten Hauptteil über die Kolloïde des Bodens unter dem Einfluß der verschiedenen Kräfte der Natur (Witterung, Adsorption usw.) und der Kultur (Grundverbesserung, Bodenbearbeitung usw.). Seine Aufgabe ist, den Anteil von Kolloïdwirkungen an bodenkundlich bedeutsamen Vorgängen darzulegen. Alte und neue Beobachtungen, Erfahrung und Regeln der Praktiker aus Land- und Forstwirtschaft, sowie Ergebnisse planmäßiger experimenteller Untersuchungen werden hier ausführlich, mit weitgehendster Berücksichtigung der einschlägigen Literatur, besprochen, soweit sie sich durch spezifische Eigentümlichkeiten der Bodenkolloïde begründen und deuten lassen. Andere, nicht kolloïdchemische Faktoren bleiben dem Ziele des Buches gemäß unberücksichtigt oder werden doch nur kurz erwähnt. Eine Fülle verschiedenartiger Erscheinungen wird dem Leser vorgeführt, ihre Erklärung vom kolloïdchemischen Standpunkte beruht aber letzten Endes stets auf einer verhältnismäßig kleinen Zahl typischer Kolloïdreaktionen, nämlich vor allem auf den folgenden: Solbildung durch elektrolytarme und alkalisch reagierende Wässer, Ausflockung durch mehrwertige Metallionen — praktisch kommt vor allem Calciumion in Frage, dessen Löslichkeit wiederum wesentlich durch den Gehalt an Bodenkohlensäure bedingt ist —, Schutzwirkung der Tröpfchen-, insbesondere der Humuskolloïde, Adsorption an der Oberfläche der fein zerteilten kolloïden Stoffe, und Klebwirkung, sowie auch Quellen und Schwinden der Gele. Mag es sich nun darum handeln, das Aufbereiten des Bodens durch Frost oder den Eintritt der Bodengare, die Bildung von Ortstein unterhalb Auflagerungen von saurem Humus oder irgend einen anderen Vorgang zu deuten, immer finden wir wieder diese wenigen Kolloïdwirkungen als ausschlaggende Faktoren genannt, insbesondere als Ursachen jener Erscheinungen des Hinabwaschens feiner Teilchen, der Krümelbildung des Verschlammens und Verkrustens der Oberfläche usw., die in allen, auch den obengenannten Bodenvorgängen, eine so wesentliche Rolle spielen. Daß in den gesamten Ausführungen des zweiten wie auch schon des ersten Hauptteiles leider so zahlreiche Wahrscheinlichkeiten, ja Vermutungen an Stelle gesicherter Tatsachen und anerkannter Theorien

gegeben werden, hat der Verf. selbst bereits im Vorwort ausdrücklich hervorgehoben und begründet; auch betont er in der Schlußbemerkung noch einmal, daß im vorliegenden Buche ein noch wenig erforschtes Neuland wohl durchquert, aber noch nicht allseitig erschlossen werden konnte.

An der Sprache des Ehrenberg'schen Buches fällt angenehm auf, daß für die zahlreichen, in der Kolloïdchemie gebräuchlichen Fremdwörter meist deutsche Fachausdrücke eingesetzt werden, so „ausflocken" für „koagulieren", „Verteilung" für „Dispersion". „Körnchen- und Tröpfchenkolloïde" für „Suspensoïde und Emulsoïde" u. dergl. mehr. **Ilse Zoch.**

P. Groth: Chemische Kristallographie. 4. Teil. Leipzig bei W. Engelmann 1917. 801 p. Mit 828 Textfiguren.

Der 3. Teil des vorliegenden Werkes ist 1910 erschienen (vgl. über die bisher erschienenen Teile dies. Centralbl. 1911. p. 303), die Schwierigkeiten, die die Kriegszeit mit sich brachten, sind nur daran zu erkennen, daß aus Mangel an passendem Leinen der Band nur noch geheftet ausgegeben werden konnte, im übrigen ist aber die Ausstattung noch tadellos wie in den drei früheren Bänden. Es war beabsichtigt, in dem vierten Teil die sämtlichen aromatischen Verbindungen zu vereinigen. Das wuchtig angewachsene Material machte dies jedoch untunlich und es wurde die Trennung in zwei Bände, den vierten und fünften, erforderlich. von denen der letztere Anfang 1918 erscheinen soll. Der vierte enthält nur die aromatischen Kohlenstoffverbindungen mit einem Benzolringe und das Benzol selbst mit seinen Halogen-, Nitro-, Oxy- und Aminoderivaten nebst den Schwefel-, Phosphor- und Arsenverbindungen, auf welche die Abkömmlinge des Methylbenzols und der höheren Homologen des Benzols mit einer Seitenkette, endlich diejenigen der Di-, Tri- und Tetramethylbenzole, des Penta- und Hexamethylbenzols folgen.

Der Rest ist dem im Druck befindlichen fünften, dem Schlußteil, vorbehalten, nach dessen Erscheinen eine zusammenfassende Würdigung des wichtigen Werks möglich sein wird.

Max Bauer.

Personalia.

Angenommen: Prof. Dr. **Rich. Nacken** in Tübingen einen Ruf an die Universität Greifswald als Nachfolger von Prof. Dr. L. Milch.

Den Lesern unseres Jahrbuches müssen wir die schmerzliche Mitteilung machen, daß am 4. November 1917

Herr Professor

Dr. Max Bauer

in Marburg

im Alter von 73 Jahren verstorben ist.

Als Nachfolger von Carl Klein ist er im Jahre 1885 in die Redaktion eingetreten. Er hat ihr bis zu seinem Tode ununterbrochen angehört. Die warme Anerkennung, die seine langjährige unermüdliche und entsagungsvolle Tätigkeit als Redakteur gefunden hat, wurde durch eine Festschrift bezeugt, die ihm zu seinem siebzigsten Geburtstage von Mitarbeitern, Freunden und Schülern gewidmet wurde. Alle, die das Glück hatten, ihm näher zu treten, werden herzlich und dankbar das Andenken an das hingebende Interesse bewahren, mit dem er ihre wissenschaftlichen Bestrebungen begleitete.

Redaktion und Verlag des Neuen Jahrbuchs für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).



Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Die einfachsten Bahnen der Atome während der Schiebungen im Eisenglanz und Korund.

Von **A. Johnsen** in Kiel.

Mit 4 Textfiguren.

Inhalt:

Einleitung.

In den letzten Jahren hat es sich gezeigt, daß die als „Schiebungen" bezeichneten Kristalldeformationen im allgemeinen keine reinen Schiebungen im Sinne der Mechanik sind. So erfahren während der Schiebungen des Kalkspates und des Wismuts die Atome nicht nur Deformationen, die an sich nichts mit Schiebung gemein haben, sondern überdies derartige Ortsveränderungen, wie sie durch geradlinige Bewegung der Atome längs der Gleitrichtung nicht erzielt werden können.

Die nach vollzogener Kristallschiebung beobachteten Deformationen der Flächen und Kanten sowie der physikalischen Vektoren täuschen eine reine Schiebung vor. Gibt man nämlich irgend zweien parallel der Gleitfläche K_1 liegenden Kanten und einer parallel der Grundzone σ_2 gelegenen Kante oder irgend zweien parallel der zweiten Kreisschnittsebene K_2 liegenden Kanten und einer parallel der Gleitrichtung σ_1 gelegenen Kante drei beliebige Längen und betrachtet diese drei Vektoren als primitives Parametertripel eines Gitters G, so geht dieses Gitter stets dann in sich selbst über, wenn seine Gitterpunkte eine einfache Schiebung nach K_1 mit σ_2 oder nach σ_1 mit K_2 ausführen, d. h. sich parallel der Gleitrichtung σ_1 um Strecken verschieben, die proportional ihrem Abstande von der Gleitfläche K_1 sind.

Diese Tatsache liegt auch den drei Gleichungen zugrunde, die O. Mügge[1] für die durch Schiebung bewirkte Änderung der

[1] O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. etc. 1889. II. 108 und ibid., Beil.-Bd. VI. 286. 1889.

Flächenindizes abgeleitet hat. Nun ist leicht einzusehen, daß man G, wenn man den drei erzeugenden Parametern geeignete Längen zumißt, stets als ein Teilgitter des wirklichen Kristallgitters Γ betrachten darf, so daß n solche Teilgitter G_1, $G_2 \ldots G_n$, in bestimmter Weise parallel ineinander gestellt, das wahre Gitter Γ des Kristalls aufbauen. Nach Obigem geht aber jedes dieser Teilgitter infolge der Kristallschiebung in sich über. Soll hierbei auch Γ in sich deformiert werden, so muß die gegenseitige Orientierung der n-Teilgitter G_1, $G_2 \ldots G_n$ in sich selbst übergehen. Das ist jedoch stets und nur dann der Fall, wenn jedes primitive Parallelepiped der Gitter G_1, $G_2 \ldots G_n$ nach der Schiebung ebensoviele Gitterpunkte von Γ absorbiert als vorher, also bei n-Teilgittern G nach wie vor n Gitterpunkte. Diese anschauliche Bedingung äußert sich, wenn irgend drei Parameter $[e_1 . f_1 . g_1]$, $[e_2 . f_2 . g_2]$ und $[e_3 . f_3 . g_3]$ durch die Kristallschiebung der Reihe nach in $[e'_1 . f'_1 . g'_1]$, $[e'_2 . f'_2 . g'_2]$ und $[e'_3 . f'_3 . g'_3]$ übergeführt werden, mathematisch in der Gleichung

$$\begin{vmatrix} e_1 & f_1 & g_1 \\ e_2 & f_2 & g_2 \\ e_3 & f_3 & g_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} e'_1 & f'_1 & g'_1 \\ e'_2 & f'_2 & g'_2 \\ e'_3 & f'_3 & g'_3 \end{vmatrix}$$

Indem man nun die eingestrichenen Indizes mittels der Mügge-schen (l. c.) oder ähnlicher Formeln als Funktionen der ungestrichenen ausdrückt, gelangt man zu neun Gleichungen[1], in denen die Indizes h, k, l von K_1 bezw. von K_2 und die Indizes u, v, w von σ_2 bezw. von σ_1 als Koeffizienten fungieren. Dieselben sind die notwendige und hinreichende Bedingung dafür, daß der Übergang des Kristallgitters Γ in sich selbst durch reine Schiebung, also dadurch bewirkt werden kann, daß alle Gitterpunkte von Γ sich längs der Gleitrichtung σ_1 um Beträge fortbewegen, die ihrem Abstand von der Gleitfläche K_1 proportional sind. Solche Deformation von Γ nannte ich Gitterschiebung.

Im allgemeinen bilden jedoch die Atome eines Kristalles mehrere Gitter Γ, also Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$, die als Punktgitter gedacht einander kongruent und parallel sind. Geht nun Γ durch Schiebung in sich über, so gilt offenbar das gleiche für Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$. Soll aber die ganze Struktur und somit das ganze von Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$ gebildete „regelmäßige Punktsystem“ in sich deformiert werden, so muß auch die gegenseitige Lage von Γ_1, $\Gamma_2 \ldots \Gamma_n$ in sich selbst übergehen. Hierfür ergeben sich die Bedingungen[2] einfach aus der Tatsache, daß der Symmetrieeffekt einer Kristallschiebung stets entweder einer halben Umdrehung um die Normale von K_1 oder einer Spiegelung an K_1 oder einer halben Umdrehung um σ_1 oder einer Spiegelung an der Normalebene von σ_1 (oder allen diesen

[1] A. Johnsen, dies. Centralbl. 6. 121. 1916.

vier Symmetrieoperationen zugleich) entspricht. Betrachtet man nämlich ein zu irgend einem der Gitter Γ_1, Γ_2 ... Γ_n gehörendes Gitterparallelepiped Π', dessen drei Kanten identisch mit zwei beliebigen // K_1 oder // K_2 verlaufenden Parametern k_1 und k'_1 oder k_2 und k'_2 und dem // σ_2 oder // σ_1 liegenden Parameter s_2 oder s_1 sind, so müssen die in und auf Π' gelegenen Atome oder Atomkomplexe nach bestimmten Regeln geordnet sein. Diese Regeln erfordern eine paarige Verteilung der Schwerpunkte jener Atome oder Atomkomplexe und drücken sich in vier Gleichungen [1] aus, deren jede für einen der vier möglichen genannten Symmetrieeffekte gilt. Sind nämlich x, y, z die auf k_1, k'_1 und s_2 oder auf k_2, k'_2, s_1 als X-, Y-, Z-Achse bezogenen Koordinaten eines Atom- oder Atomkomplex-Schwerpunktes, so muß dieser dem Schwerpunkte x', y', z' eines chemisch gleichen Atoms oder Atomkomplexes derart zugeordnet sein, daß eine der vier Gleichungen (1a) bis (2b) gilt:

(1a) $x' = k_1 - x,\ y' = k'_1 - y,\ z' = z$
(1b) $x' = x,\ y' = y,\ z' = s_2 - z$
(2a) $x' = k_2 - x,\ y' = k'_2 - y,\ z' = z$
(2b) $x' = x,\ y' = y,\ z' = s_1 - z.$

Ist eine dieser vier Gleichungen erfüllt, so kann die Struktur durch eine reine Schiebung in sich selbst deformiert werden. Solche Deformation der Struktur nannte ich S t r u k t u r s c h i e b u n g; dieselbe setzt offenbar Gitterschiebung voraus.

„Gitterschiebung" bedeutet also für die Punkte eines Gitters, „Strukturschiebung" für die Punkte eines Punktsystems eine reine Schiebung im mechanischen Sinne, während das Wort „Kristallschiebung" lediglich die schiebungsartige Deformation der Flächen, Kanten und physikalischen Vektoren eines Kristalles kennzeichnet.

Die 10 durch das primitive Rhomboeder $\{31\bar{1}\}$ charakterisierten, von den Atomen des Kalkspates gebildeten Gitter können n i c h t durch Gitterschiebung nach $K_1 = (011)$ mit $K_2 = (100)$ in sich deformiert werden, wohl aber die 2 durch das primitive Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ ausgezeichneten, von den Ca- und CO_3-Schwerpunkten gebildeten Gitter; auch wird durch reine Schiebung die gegenseitige Lage dieser beiden Gitter in sich übergeführt, so daß Strukturschiebung möglich ist; während der geradlinigen Bewegung des CO_3-Schwerpunktes längs der Gleitrichtung σ_1 erleidet der Komplex CO_3 eine Deformation in sich.

Die beiden durch das primitive Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ definierten Atomgitter des Wismuts können durch Gitterschiebung nach $K_1 = (011)$ mit $K_2 = (100)$ in sich übergeführt werden; hierbei geht jedoch ihre gegenseitige Lage nicht in sich über. Dagegen vermögen offenbar Komplexe Bi_2 eine Strukturschiebung auszuführen,

[1] A. Johnsen. dies. Centralbl. **16**. 385. 1916.

wobei dieselben. $//\sigma_1$ fortschreitend, eine Deformation in sich erfahren. Wünscht man ein deutlicheres Bild der Atombewegung, so kann man sich z. B. beim Wismut vorstellen, daß auf der $3 \times 10^{-8} \pi$ cm langen Peripherie eines Kreises zwei Bi-Atome einander diametral gegenüberliegen und daß der Kreis auf einer $// K_1$ verlaufenden Ebene in der Richtung σ_1 bis an ein bestimmtes Ziel rollt.

Die Struktur von Eisenglanz und Korund.

Nach W. H. und W. L. Bragg[1] kann man die röntgenometrisch ermittelte Struktur des Eisenglanzes etwa so beschreiben: Man setze an Stelle jedes Ca-Atoms des Kalkspates zwei Fe-Atome hantelartig in die dreizählige Achse, während man die O-Atome unverändert läßt und die C-Atome entfernt. Der Abstand zweier benachbarter Fe-Ebenen (111) scheint etwas geringer zu sein als derjenige zwischen einer Fe-Ebene (111) und der nächsten O-Ebene (111); das Verhältnis dieser beiden Distanzen ist in den folgenden Figuren gleich 2:3 angenommen. Die Abstände der O-Atome und der fingierten C-Atome sind in Richtung der drei zweizähligen Achsen derart, daß $x = O - C$ sich zu $d = C - C$ annähernd wie 1:2 verhält, während im Kalkspat $x:d$ etwa gleich 3:10 ist[2]: im folgenden ist jene Proportion gleich 2:5 angenommen. Demnach besitzen die O-Atome und die Fe-Atome je einen Freiheitsgrad. Das Ergebnis unserer folgenden Untersuchung der Atombewegungen ist unabhängig von den genauen Positionen jener zwei monovarianten Atomarten. Aus Bragg's Angaben folgt: Die Raumgruppe des Eisenglanzes ergibt sich wie diejenige des Kalkspates als $D_{3,d}^6$. Die Fe-Atome gehören zur Tetartoedrie des rhomboedrischen Kristallsystems, während die O-Atome monoklin hemimorph sind. Vier Fe-Gitter und sechs O-Gitter vom primitiven Rhomboeder $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ sind parallel ineinandergestellt. Diesen zehn rhomboedrischen Gittern entsprechend ist Eisenglanz durch $2 + 3\ (10 - 1) = 29$ Strukturkonstanten charakterisiert. Wir setzen den Polkantenwinkel des primitiven Rhomboeders $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ gleich α (oder den äußeren Flächenwinkel an der Polkante gleich A) und die Längen dieser Kanten gleich a, während wir die letzteren als Vektoren mit $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{a}_2$, $\mathfrak{a}_3$ und die ihnen parallelen Verschiebungsvektoren eines Gitters gegenüber den neun anderen mit $\mathfrak{t}_2, \mathfrak{t}_3, \dots \mathfrak{t}_{10}$ bezeichnen; hierbei betrachten wir ein Fe-Gitter als fest und beziehen $\mathfrak{t}_2$, $\mathfrak{t}_3$, $\mathfrak{t}_4$ auf die drei anderen Fe-Gitter sowie $\mathfrak{t}_5$ bis $\mathfrak{t}_{10}$ auf die sechs O-Gitter.

Das in Fig. 1 dargestellte primitive Fe-Rhomboeder $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ absorbiert also vier Fe-Atome und sechs O-Atome, die sämtlich abgebildet sind (Fe durch leere Kreise, O durch volle Kreise).

---

[1] W. H. and W. L. Bragg, X rays and crystal structure. 169. London 1915.

[2] W. L. Bragg, Proceed. Roy. Soc. Ser. A. 89. 486 u. 488. London 1914.

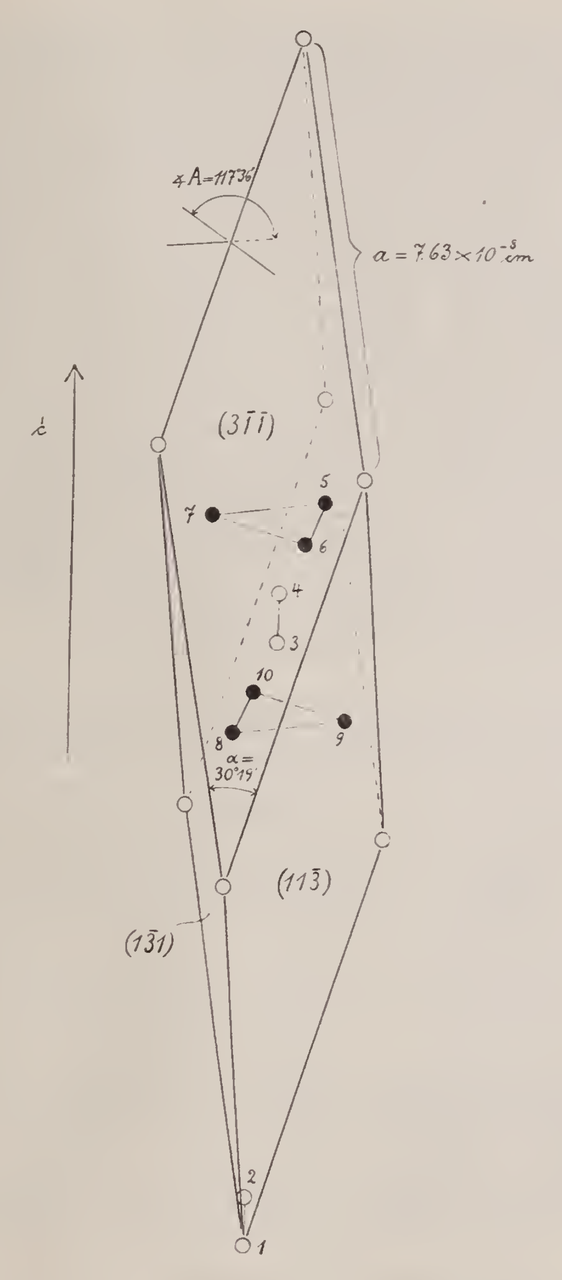


Fig. 1.

Die den Atomen beigeschriebenen Nummern 2 bis 10 sind den Vektoren t_2 bis t_{10} zugeordnet, so daß z. B. der Vektor t_3 den Schwerpunkt des Fe-Atoms No. 1 in denjenigen des Fe-Atoms No. 3, der Vektor t_6 das Zentrum des Fe-Atoms No. 1 in dasjenige des O-Atoms No. 6 überführt. Zur Auswertung der Vektoren t_2 bis t_{10} haben wir die Koordinaten jener Atome zu ermitteln. Man entnimmt der Bragg'schen Strukturschilderung leicht die auf drei der vier Bravais'schen Achsen bezogenen Indizes der Atomzentren und transformiert dieselben auf das Miller'sche Achsensystem. Die erforderlichen Transformationsformeln sind den von Liebisch für Kantenindizes abgeleiteten sehr ähnlich. Gehen nämlich die drei Scharen von Gitterebenen $(h_1\, k_1\, l_1)$, $(h_2\, k_2\, l_2)$, $(h_3\, k_3\, l_3)$ der Reihe nach in (100), (010), (001) über und die Gitterebene $(\varrho h, \varrho k, \varrho l)$ in (1, 1, 1) und demnach das (nicht notwendig primitive) Parametertripel $[\varrho_1 u_1 \cdot \varrho_1 v_1 \cdot \varrho_1 w_1]$, $[\varrho_2 u_2 \cdot \varrho_2 v_2 \cdot \varrho_2 w_2]$, $[\varrho_3 u_3 \cdot \varrho_3 v_3 \cdot \varrho_3 w_3]$ in $[1 . 0 . 0]$, $[0 . 1 . 0]$, $[0 . 0 . 1]$, dann gehen die Indizes τm, τn, τp eines Atomzentrums $[\tau m, \tau n, \tau p]$ in $\tau' m'$, $\tau' n'$, $\tau' p'$ über; hierbei bestehen die sechs Tripel $h_1\, k_1\, l_1$, $h_2\, k_2\, l_2$, $h_3\, k_3\, l_3$, $h\, k\, l$, $m\, n\, p$, $m'\, n'\, p'$ aus je drei teilerfremden ganzen Zahlen, während die im allgemeinen nichtganzzahligen Koeffizienten ϱ, ϱ_1, ϱ_2, ϱ_3, τ, τ' entweder rational sind oder in beliebiger Annäherung rational gesetzt werden können; die neuen Indizes $\tau' m'$, $\tau' n'$, $\tau' p'$ ergeben sich aus

$$
\text{(I)} \left\{ \begin{aligned}
\tau' m' &= \tau \varrho^2 \varrho_1^2 (m h_1 + n k_1 + p l_1)\ (h^2 u_1^2 + k^2 v_1^2 + l^2 w_1^2) \\
\tau' n' &= \tau \varrho^2 \varrho_2^2 (m h_2 + n k_2 + p l_2)\ (h^2 u_2^2 + k^2 v_2^2 + l^2 w_2^2) \\
\tau' p' &= \tau \varrho^2 \varrho_3^2 (m h_3 + n k_3 + p l_3)\ (h^2 u_3^2 + k^2 v_3^2 + l^2 w_3^2)
\end{aligned} \right.
$$

Bezieht man nun für Eisenglanz die Indizes der Atome No. 2 bis 10 in Fig. 1 auf die Parameter zweier zweizähligen Achsen und der dreizähligen Achse, indem man die dritte Bravais'sche Achse eliminiert, so erhält man für die Atome No. 2 bis 10 folgende Symbole $[\tau m, \tau n, \tau p]$:

$$
2. = [0, 0, \tfrac{1}{24}], \quad 3. = [0, 0, \tfrac{1}{2}], \quad 4. = [0, 0, \tfrac{13}{24}], \quad 5. = [\tfrac{\bar{5}}{15}, \tfrac{\bar{1}}{15}, \tfrac{29}{48}],
$$
$$
6. = [\tfrac{4}{15}, \tfrac{5}{15}, \tfrac{29}{48}], \quad 7. = [\tfrac{1}{15}, \tfrac{\bar{4}}{15}, \tfrac{29}{48}], \quad 8. = [\tfrac{5}{15}, \tfrac{1}{15}, \tfrac{21}{48}]. \quad 9 = [\tfrac{\bar{1}}{15}, \tfrac{4}{15}, \tfrac{21}{48}].
$$
$$
10. = [\tfrac{\bar{4}}{15}, \tfrac{\bar{5}}{15}, \tfrac{21}{48}].
$$

Transformiert man nunmehr die Atomindizes auf ein Miller-sches Koordinatensystem, dem man die Polkanten $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{a}_2$, $\mathfrak{a}_3$ des primitiven Rhomboeders $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ der Fig. 1 zugrunde legt, so wird

$$
(\varrho h, \varrho k, \varrho l) = (0, 0, 3), \ (h_1\, k_1\, l_1) = (101), \ (h_2 k_2 l_2) = (\bar{1}11). \ (h_3 k_3 l_3) = (0\bar{1}1).
$$
$$
[\varrho_1 u_1 \cdot \varrho_1 v_1 \cdot \varrho_1 w_1] = [\tfrac{2}{3} \cdot \tfrac{1}{3} \cdot \tfrac{1}{3}], \quad [\varrho_2 u_2 \cdot \varrho_2 v_2 \cdot \varrho_2 w_2] = [\tfrac{\bar{1}}{3} \cdot \tfrac{1}{3} \cdot \tfrac{1}{3}],
$$
$$
[\varrho_3 u_3 \cdot \varrho_3 v_3 \cdot \varrho_3 w_3] = [\tfrac{\bar{1}}{3} \cdot \tfrac{\bar{2}}{3} \cdot \tfrac{1}{3}];
$$

somit ergeben sich aus (I) für die Atome No. 2 bis 10 der Fig. 1 folgende Symbole $[\tau' m', \tau' n', \tau' p']$:

$2. = \left[\frac{1}{24}, \frac{1}{24}, \frac{1}{24}\right]$, $3. = \left[\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right]$, $4. = \left[\frac{13}{24}, \frac{13}{24}, \frac{13}{24}\right]$, $5. \left[\frac{65}{240}, \frac{209}{240}, \frac{161}{240}\right]$,
$6. = \left[\frac{209}{240}, \frac{161}{240}, \frac{65}{240}\right]$, $7. = \left[\frac{161}{240}, \frac{65}{240}, \frac{209}{240}\right]$, $8. = \left[\frac{185}{240}, \frac{41}{240}, \frac{89}{240}\right]$,
$9. = \left[\frac{89}{240}, \frac{185}{240}, \frac{41}{240}\right]$, $10. = \left[\frac{41}{240}, \frac{89}{240}, \frac{185}{240}\right]$.

Als Verschiebungsvektoren der Gitter No. 2 bis 10 gegenüber No. 1 ergeben sich sonach

$$t_2 = \frac{a_1}{24} + \frac{a_2}{24} + \frac{a_3}{24}, \quad t_3 = \frac{a_1}{2} + \frac{a_2}{2} + \frac{a_3}{2}, \quad t_4 + \frac{13\,a_1}{24} + \frac{13\,a_2}{24} + \frac{13\,a_3}{24}.$$

$$t_5 = \frac{65\,a_1}{240} + \frac{209\,a_2}{240} + \frac{161\,a_3}{240}, \qquad t_6 = \frac{209\,a_1}{240} + \frac{161\,a_2}{240} + \frac{65\,a_3}{240},$$

$$t_7 = \frac{161\,a_1}{240} + \frac{65\,a_2}{240} + \frac{209\,a_3}{240}, \qquad t_8 = \frac{185\,a_1}{240} + \frac{41\,a_2}{240} + \frac{89\,a_3}{240},$$

$$t_9 = \frac{89\,a_1}{240} + \frac{185\,a_2}{240} + \frac{41\,a_3}{240}, \qquad t_{10} = \frac{41\,a_1}{240} + \frac{89\,a_2}{240} + \frac{185\,a_3}{240}.$$

Jeder dieser neun Vektoren enthält drei Strukturkonstanten: dazu kommen noch zwei Strukturkonstanten, nämlich die oben definierten Gitterkonstanten a und $\sphericalangle\,\alpha$ oder a und $\sphericalangle$ A. Aus Kokscharow's Wert $\overset{|}{c} = 1{,}36557$ folgt $\sphericalangle\,\alpha = 30^0\,19'$ und $\sphericalangle\,A = 117^0\,36'$. Hieraus, aus der Dichte $D = 5{,}25$ und dem absoluten Molekulargewicht $m = 159{,}68 \times 1{,}65 \times 10^{-24}$ g findet man

$$a = \sqrt[3]{\frac{2\,m}{D \sin^2 \alpha \sin A}} = 7{,}63 \times 10^{-8} \text{ cm.}$$

Die Struktur des Korund ist innerhalb der empirischen Fehler derjenigen des Eisenglanzes gleich; die erstgenannten 27 Strukturkonstanten bleiben also bestehen; aus dem Miller'schen Werte $\overset{|}{c} = 1{,}3630$ folgt $\sphericalangle\,\alpha = 30^0\,24'$ und $\sphericalangle\,A = 117^0\,35'$; aus $D = 4{,}10$ und $m = 102{,}2 \times 1{,}65 \times 10^{-24}$ g findet man $a = 7{,}13 \times 10^{-8}$ cm.

Kristallschiebungen im Eisenglanz und Korund.

Kürzlich hat K. Veit[1] im hiesigen Mineralogischen Institut Schiebungen im Eisenglanz und Korund hervorgerufen; es wurde bei jedem Versuch ein Kristall innerhalb eines stählernen Hohlzylinders in Schwefelpulver festgestampft und sodann ein gut abgedichteter Stahlstempel unter Drucken von 5000 und 20000 Atmosphären in den Zylinder hineingetrieben. Die Kristalle waren einige Millimeter lang und breit und in Richtung der Stempelachse 0,5 bis 4 mm dick. Der Eisenglanz stammte von Elba und zeigte die Formen $\{100\} = \{10\bar{1}1\}$, $\{211\} = \{10\bar{1}4\}$, $\{31\bar{1}\} = \{22\bar{4}3\}$. Der Korund war australischer Saphir von grünlichblauer, zonar verteilter Färbung und der Form $\{513\} = \{4\bar{4}83\}$, $\{111\} = \{0001\}$ nebst gelegentlichen Absonderungsflächen $\{100\} = \{10\bar{1}1\}$.

[1] K. Veit hat diese und andere Ergebnisse infolge des Krieges noch nicht veröffentlichen können.

Im Eisenglanz gingen die Schiebungen nach $K_1 = (100)$ mit $K_2 = (011)$, $\sigma_1 = [011]$, $\sigma_2 = [100]$ sehr leicht vor sich, während solche nach $K_1 = (111)$ mit $K_2 = (\bar{1}11)$, $\sigma_1 = [\bar{2}11]$, $\sigma_2 = [211]$ nur in senkrecht zur Gleitrichtung σ_1 orientierten Platten bei Parallelismus von Stempelachse und σ_1 zu erzielen waren. Im Korund vollzogen sich die Schiebungen nach $K_1 = (111)$ mit $K_2 = (\bar{1}11)$, $\sigma_1 = [\bar{2}11]$, $\sigma_2 = [211]$ ziemlich leicht, wogegen Schiebungen nach $K_1 = (100)$ merkwürdigerweise auch in solchen Platten, die senkrecht zur Gleitrichtung $\sigma_1 = [011]$ orientiert waren, nicht bewirkt werden konnten.

Die von K. Veit mittels Reflexionsgoniometers gemessenen Winkel zwischen deformierten und undeformierten Oberflächenteilen stimmten sehr gut mit den aus obigen Schiebungselementen berechneten überein.

Gitterschiebungen im Eisenglanz und Korund.

Wenden wir die Gleichungen der Gitterschiebung (s. Einleitung) auf die Eisenglanzschiebung nach $K_1 = (100)$ mit $\sigma_2 = [100]$ an, so ergibt sich offenbar ebenso wie seinerzeit für die analoge Kalkspatschiebung, daß jene Gleichungen nur für diejenigen drei rhomboedrischen Gitter erfüllt sind, deren primitives Rhomboeder $\Pi = \{\bar{1}11\}$ oder $\{100\}$ oder $\{011\}$ ist. Nunmehr ist festzustellen, welche von diesen drei Gittern eine Gitterschiebung nach $K_1 = (111)$ mit $\sigma_2 = [211]$ gestatten. Beziehen wir alle Indizes auf die drei Polkanten jener primitiven Rhomboeder Π, so wird für $\Pi = \{\bar{1}11\}$ offenbar $K_1 = (h k l) = (111)$ und $\sigma_2 = [u v w] = [011]$, also $hu + kv + lw = 2$; für $\Pi = (100)$ dagegen wird $K_1 = (h k l) = (111)$ und σ_2 $[u v w] = [211]$, also $hu + kv + lw = 4$, und für $\Pi = \{011\}$ folgt $K_1 = (h k l) = (111)$ nebst $\sigma_2 = [u v w] = [233]$, also $hu + kv + lw = 8$. Da nun $|hu + kv + lw|$ nur gleich 1 oder 2 sein darf, so ergibt sich $\Pi = \{\bar{1}11\}$ als primitives Rhomboeder des einzigen Gitters, in welchem sich beide Eisenglanzschiebungen als Gitterschiebungen abspielen können. Dieses Gitter aber läßt sich aus der Braggschen Eisenglanzstruktur nur so gewinnen, daß man mehrere der O-Atome, die ja sechs Gitter mit $\Pi = \{3\bar{1}\bar{1}\}$ bilden, zu einem Komplex zusammenfaßt. Am einfachsten ersetzt man je drei ein gleichseitiges Dreieck // (111) bildende O-Atome, wie z. B. No. 5, 6, 7 der Fig. 1, durch ihren gemeinsamen Schwerpunkt. Diese O_3-Schwerpunkte formieren dann ein einziges Gitter mit dem primitiven Rhomboeder $\Pi = \{\bar{1}11\}$. Da sich nun die vier Fe-Gitter mit $\Pi = \{3\bar{1}\bar{1}\}$, wenn man die Fe-Atome punktförmig denkt, als zwei Fe-Gitter mit $\Pi = \{\bar{1}11\}$ betrachten lassen, so haben wir zwei von Fe-Atomzentren aufgebaute Gitter und ein von O_3-Schwerpunkten gebildetes, die alle drei kongruent und parallel und durch das primitive Rhomboeder $\Pi = \{\bar{1}11\}$ ausgezeichnet sind.

Aus Fig. 1 gewinnt man diese drei Gitter, indem man mit den beiden Fe-Atomen No. 3 und 4 sowie mit dem gemeinsamen Schwerpunkt der drei O-Atome No. 5, 6, 7 die Translationen jenes durch $\Pi = \{\bar{1}11\}$ charakterisierten Gitters ausführt.

Dieses Punktsystem vermag während der beiden Eisenglanzschiebungen stets und nur dann Strukturschiebungen zu erfahren, wenn während der Kristallschiebungen die gegenseitige Lage jener drei Gitter in sich selbst übergeht.

Strukturschiebungen im Eisenglanz und Korund (Fig. 2, 3, 4).

Wir untersuchen jetzt, ob die Ineinanderstellung der beiden Fe-Gitter und des O_3-Gitters mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ während der beiden Kristallschiebungen des Eisenglanzes dadurch in sich übergehen kann, daß jeder Punkt dieses dreigitterigen Punktsystems eine gerade, der Gleitrichtung σ_1 parallele Strecke durchläuft, welche s mal so groß als sein Abstand von der Gleitfläche K_1 ist, wo s die „Größe der Schiebung" bedeutet.

Nach dem in der Einleitung Gesagten hat man für jede der beiden Eisenglanzschiebungen die Atomverteilung in zwei Parallelepipeden Π' zu untersuchen, nämlich in einem mit k_1, k'_1, s_2 und in einem mit k_2, k'_2, s_1 konstruierten; jedoch lassen sich beide Parallelepipeda Π' identisch gestalten, indem man $k_1 = s_1$, $k_2 = s_2$ und $k'_1 = k'_2$ macht, wo $k'_1 = k'_2$ den Parameter der Schnittkante der beiden Kreisschnittsebenen K_1 und K_2 bedeutet. Die Indizes der Parameter beziehen wir im folgenden auf die Polkanten des positiven Grundrhomboeders $\{100\}$, so daß $\sphericalangle \alpha = 85^0 42'$, $\sphericalangle A = 94^0 0'$ ist[1].

1. Die Schiebung nach der Basis (Fig. 2).

Es ist $K_1 = (111)$, $K_2 = (11\bar{1})$, $\sigma_1 = [11\bar{2}]$, $\sigma_2 = [112]$. Behufs Anwendung der vier Gleichungen (1 a), (1 b), (2 a), (2 b) (s. Einleitung) legen wir den Parameter $k_1 = s_1 = [1 . 1 . \bar{2}]$ in die X-Achse (σ_1), $k_2 = s_2 = [1 . 1 . 2]$ in die Z-Achse (σ_2), $k'_1 = k'_2 = [\bar{1} . 1 . 0]$ in die Y-Achse. Die Flächen unseres Parallelepipeds Π' sind $K_1 = (111)$, $K_2 = (11\bar{1})$, $S = (1\bar{1}0)$; parallel S, der „Ebene der Schiebung", liegt die neben Fig. 2 verzeichnete Hauptachsenrichtung $\overset{|}{c}$. Fig. 2 ist im gleichen Maßstab und in gleicher Orientierung konstruiert wie Fig. 1 sowie die folgenden

[1] Man steht gegenwärtig vor der Prinzipienfrage, ob man das übliche „Achsenkreuz" einer Kristallart beibehalten oder durch ein röntgenometrisch ermitteltes Parametertripel $\mathfrak{a}_1$, $\mathfrak{b}_1$, $\mathfrak{c}_1$ ersetzen will. Es erscheint mir zweckmäßig, vorläufig bei dem gebräuchlichen Achsenkreuz zu beharren. Jedoch wird man für Kristallarten mit rhomboedrischem Gitter ein Miller'sches, für solche mit hexagonalem Gitter ein Bravais'sches Achsensystem wählen.

Fig. 3 und 4; alle Figuren enthalten nur die in und auf dem dargestellten Parallelepiped liegenden Atome.

In den Ecken von *II'* (Fig. 2) mögen Fe-Atome liegen (leere Kreise); dann sind auch die Zentren der Rechtecke K_1 und K_2 sowie des Rhomboids S mit je einem Fe-Atom besetzt; wenig unterhalb jedes Fe-Atoms befindet sich ein zweites, das mit jenem eine Hantel in Richtung der Hauptachse $\overset{|}{c}$ bildet; daher liegen im

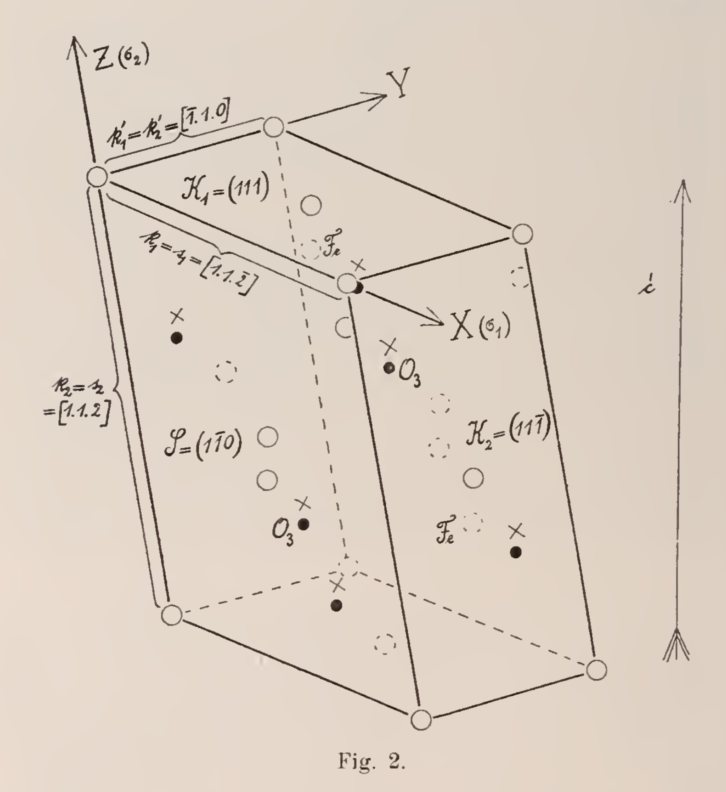


Fig. 2.

Innern jeder der beiden Flächen S außer dem zentralen Fe-Atom noch zwei weitere, während die beiden in Fig. 2 mit „Fe" bezeichneten Atome ins Innere von *II'* sozusagen „hineinhangen". In Richtung der $\overset{|}{c}$-Achse oberhalb oder unterhalb der Fe-Atome befinden sich O_3-Schwerpunkte (volle Kreise), deren je zwei in jeder der beiden S-Flächen liegen, während die beiden in Fig. 2 mit „O_3" bezeichneten O_3-Zentren im Innern des Parallelepipedons *II'* schweben. Letzteres absorbiert also $\frac{8}{8} + \frac{10}{2} + 2 = 8$ Fe-Atome und $\frac{4}{2} + 2 \doteq 4$ O_3-Komplexe. Man sieht sofort, daß z. B. die beiden im Innern von *II'* schwebenden Fe-Atome, die in Fig. 2

mit „Fe" bezeichnet sind, in keiner der durch die Gleichungen (1 a) bis (2 b) fixierten Beziehungen stehen. Es kann also nicht jedes Fe-Atom unabhängig von allen andern Atomen eine gerade $// \sigma_1$ gelegene und seinem Abstande von K_1 proportionale Strecke durchlaufen.

Betrachten wir jetzt statt der einzelnen Fe-Atome die hantelartigen Fe_2-Komplexe, indem wir die Massen je zweier solcher Atome in dem oberen der beiden vereinigt denken. Dann rücken die O_3-Zentren aus den mit vollen Kreisen bezeichneten Orten in die mit einem Kreuz markierten Punkte und es gehen z. B. die beiden im Innern von Π' befindlichen O_3-Zentren, die in Fig. 2 mit „O_3" bezeichnet sind, in zwei Lagen über, die in keiner der vier Beziehungen (1 a) bis (2 b) zueinander stehen. Mithin können auch die Fe_2-Komplexe und die O_3-Komplexe keine Strukturschiebung vollziehen.

Fassen wir aber schließlich einen Fe_2-Komplex und einen O_3-Komplex zusammen wie z. B. in Fig. 1 No. 3, 4 und No. 5, 6, 7, so erhalten wir Fe_2O_3-Gruppen, deren Schwerpunkte lediglich in den 8 Ecken und den 6 Flächenzentren des Parallelepipedons Π' liegen (Fig. 2) und daher alle vier Gleichungen (1 a) bis (2 b) zugleich erfüllen. Diese Gruppen Fe_2O_3 formieren ein einzelnes Gitter mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$; die in seinen 8 Ecken gelegenen Fe_2O_3-Schwerpunkte sind in Fig. 4 durch leere Kreise markiert (der volle Kreis hat hierbei keine Bedeutung); die Gitterkonstanten sind, wie Fig. 4 besagt, $a = 4{,}31 \times 10^{-8}$ cm, $\sphericalangle\ \alpha = 55^0 16'$ bezw. $\sphericalangle\ A = 111^0 17'$, während man für den analogen Korund $a = 4{,}03 \times 10^{-8}$ cm, $\sphericalangle\ \alpha = 55^0 22'$ bezw. $\sphericalangle\ A = 111^0 15'$ findet.

2. Die Schiebung nach den Flächen des positiven Grundrhomboeders (Fig. 3).

Wir konstruieren unser Parallelepipedon Π', wobei wir $k_1 = s_1 = [0 . 1 . 1]$ in die X-Achse (σ_1), $k_2 = s_2 = [1 . 0 . 0]$ in die Z-Achse (σ_2) und $k'_1 = k'_2 = [0 . 1 . \bar{1}]$ in die Y-Achse legen. Π' ist von $K_1 = (100)$, $K_2 = (011)$ und $S = (01\bar{1})$ begrenzt; parallel S, der „Ebene der Schiebung", liegt die neben Fig. 3 vermerkte Achsenrichtung $\overset{|}{c}$. Dann liegen $\frac{8}{8}$ Fe-Atome (leere Kreise) in den 8 Ecken von Π' der Fig. 3 sowie $\frac{2}{2}$ Fe-Atome in den beiden Flächen S, ein Fe-Atom im Schwerpunkt und eines in Richtung der Hauptachse $\overset{|}{c}$ ein wenig unterhalb des letztgenannten Atoms. Von den O_3-Komplexen (volle Kreise) liegen $\frac{2}{2}$ in den beiden Flächen S und einer im Innern von Π'. Man erkennt leicht, daß weder alle Fe-Atome noch alle O_3-Komplexe eine Paarigkeit entsprechend einer der vier Gleichungen (1 a) bis (2 b) aufweisen; es können also jedenfalls nicht alle Fe-Atome und

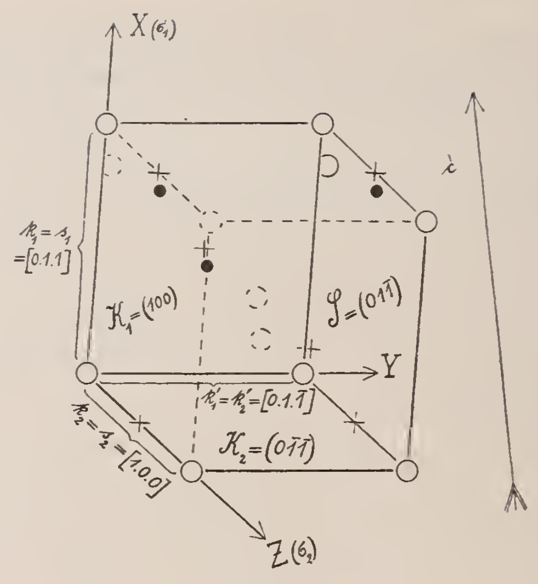

X (6₁)
Y
Z (6₂)
K₁ = (100)
S = (01 1̄)
K₂ = (0 1̄ 1̄)
k₁ = s₁ = [0.1.1]
k₁' = k₂' = [0.1.1̄]
k₂ = s₂ = [1.0.0]
c

Fig. 3.

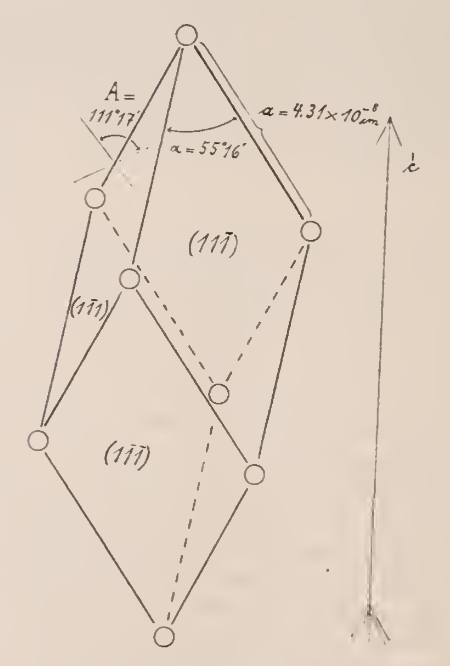

A = 111°17'
α = 55°16'
a = 4.31 × 10⁻⁸ cm
(11 1̄)
(1 1̄ 1)
(1 1̄ 1̄)
c

Fig. 4.

O_3-Komplexe zugleich gerade Wege // σ_1 zurücklegen. Läßt man daher jetzt diejenigen Fe-Atome, die das untere Ende der Hanteln bilden, mit den oberen zusammenfallen, so rücken auch die O_3-Komplexe nach oben und zwar an die mit einem Kreuz markierten Stellen der Fig. 3. Man erhält dann einen Fe_2-Komplex in den 8 Ecken und einen zweiten im Schwerpunkte von *II'* sowie $\frac{4}{4}$ O_3-Komplexe in den Zentren der vier Kanten $k_2 = s_2 = [1.0.0]$ und $\frac{2}{2}$ O_3-Komplexe in den Zentren der beiden Flächen $K_1 = (100)$ bezw. $(\bar{1}00)$. Folglich sind alle vier Gleichungen (1a) bis (2b) zugleich erfüllt.

Das Punktsystem der Fe_2-Schwerpunkte und der O_3-Schwerpunkte vermag also eine Strukturschiebung nach $K_1 = (100)$ mit $\sigma_2 = [100]$ auszuführen. Die Fe_2-Komplexe bilden die Ecken (leere Kreise), die O_3-Komplexe die Schwerpunkte (volle Kreise) primitiver Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$, wie in Fig. 4. Es ist leicht ersichtlich, daß auch $Fe_2\,O_3$-Gruppen jener Strukturschiebung fähig sind.

Die obigen Ergebnisse werden nicht beeinflußt von experimentellen Fehlern, soweit diese innerhalb der Freiheitsgrade der Atompositionen liegen.

Das Verhalten des Korunds ist demjenigen des Eisenglanzes völlig analog; obwohl im Korund Schiebungen nach $K_1 = (100)$ bisher nicht bewirkt werden konnten, so werden solche doch durch natürliche Zwillingslamellen und Absonderungen sowie durch die Isomorphie mit Eisenglanz höchst wahrscheinlich gemacht.

Ergebnis.

Die einfachsten Bahnen, auf denen die Atome des Eisenglanzes während der Schiebungen nach (100) oder nach (111) sich bewegen können, sind Zykloiden; fungiert (100) als Gleitfläche, so vermögen sowohl „Komplexe“ Fe_2 und O_3 als auch „Gruppen“ $Fe_2\,O_3$ längs der Gleitrichtung σ_1 fortzuschreiten; bei Schiebung nach der Gleitfläche (111) dagegen können nur die Gruppen, nicht aber jene Komplexe gerade Wege // σ_1 zurücklegen.

Ein Komplex Fe_2 wird durch die Atome No. 3 und 4 der Fig. 1, ein Komplex O_3 durch No. 5, 6, 7 der gleichen Figur dargestellt; Fe_2 ist rhomboedrisch pyramidal, O_3 rhomboedrisch tetartoedrisch. Die Atome No. 3, 4, 5, 6, 7 der Fig. 1 bilden eine Gruppe $Fe_2\,O_3$ von rhomboedrisch tetartoedrischer Symmetrie.

Eisenglanz besteht also wahrscheinlich aus Molekeln $Fe_2\,O_3$, welche, nach einem einfachen Gitter mit dem primitiven Rhomboeder $\{\bar{1}11\}$ angeordnet, durch die Schiebungen nach (111) oder nach (100) in sich deformiert werden; hierbei vermag vielleicht die Schiebung nach (100), nicht aber diejenige nach (111), eine vorübergehende Auflösung der Molekeln in Komplexe Fe_2 und O_3 zu bewirken. Ganz gleichartig ist das Verhalten des Korunds.

Die Genesis des kristallinen Magnesites.

Von **Hans Leitmeier** in Wien.

Auf p. 52 dieses Bandes des Centralblattes macht Redlich Bemerkungen über die Besprechung der Genesis des kristallinen Magnesites in meinem Aufsatze[1]: Zur Kenntnis der Carbonate. II., in denen er einleitend anführt, daß ich die metamorphe Natur des kristallinen Magnesites bezweifle und Entstehungsmöglichkeiten annehme, die im Widerspruch zu Naturbeobachtungen stehen.

Nachdem ich selbst am Schlusse des erwähnten Artikels auf die mangelnde Übereinstimmung zwischen Schlüssen aus Naturbeobachtungen und solchen aus Experimentaluntersuchungen hingewiesen habe, welche auch Redlich anführt, ist es für den tatsächlichen Stand unserer Kenntnisse über die Entstehung des Magnesites ziemlich belanglos, ob die Naturbeobachtungen, die Laboratoriumsversuche oder beide mangelhaft sind. Es würde sich somit ein Eingehen auf Redlich's Bemerkungen erübrigen, hätten nicht durch diese hervorgerufene Untersuchungen neue Resultate zutage gefördert, die den Mangel an Übereinstimmung zwischen Naturbeobachtung und Experiment so ziemlich beheben. Ich ergreife daher die Gelegenheit, auch die anderen Bemerkungen Redlich's zu untersuchen.

Redlich wirft mir zuerst vor, „die ganzen späteren Arbeiten der Jahre 1913[2] und 1914[3]“ übergangen zu haben. Dies geschah aus folgendem Grunde:

In der Arbeit von 1913 werden zuerst eine Reihe von Analysen, größtenteils von Grosspitsch ausgeführt, gebracht, dann wird gesagt, daß sich aus den Naturbeobachtungen und den Analysen die Umwandlung des Kalkes zu Dolomit und die des Dolomites zu Magnesit durch eine Reihe von Zwischenstufen ergibt. Dann wird auf die Analogie der Dolomitbildung in diesen Lagerstätten mit den Resultaten Linck's hingewiesen, und die Verschiedenheit der Schlüsse aus den Experimenten Klement's und Pfaff's mit den natürlichen Vorkommen angeführt. Dann heißt es in derselben Arbeit p. 8: „Herr Dr. Leitmeier in Wien, der gegenwärtig mit Versuchen über die Synthese der Carbonate beschäftigt ist, hat in privater Mitteilung die Ansicht geäußert, daß die Umsetzung des Kalkes in Magnesit vielleicht direkt erfolgen könnte. Dieser Vorgang läßt sich schematisch durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$CaCO_3 + MgH_2(CO_3)_2 = MgCO_3 + CaH_2(CO_3)_2.$$

[1] H. Leitmeier. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XL. 655. 1916.

[2] K. Redlich. Zeitschr. f. prakt. Geol. 21. 1913.

[3] K. Redlich. Fortschritte der Mineralogie etc. Jena. 4. 10. 1914.

Das am schwersten lösliche Magnesiumcarbonat fällt aus, während das in Lösung bleibende Calciumcarbonat neuerlich der Einwirkung des gelösten Magnesiumbicarbonates ausgesetzt ist:

$$Ca\,H_2\,(CO_3)_2 + Mg\,H_2\,(CO_3) = Ca\,Mg\,(CO_3)_2 + 2\,H_2O + 2\,CO_2.$$

Das Endstadium wäre bei dieser Annahme Dolomit, doch ist zu seiner Bildung immer ein großer Überschuß an Magnesiumbicarbonatlösung erforderlich." (Die Gleichungen rühren aber nicht von mir her.)

In seinem Referat in den Fortschritten der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie, Jena 1914, p. 38, sagt dann Redlich:

„Die zahlreichen, von O. Grosspitsch in unserer gemeinsamen Arbeit durchgeführten Analysen ergaben auch, daß alle Dolomite dem Normaltypus des Doppelsalzes mit kleinen Abweichungen, welche auf Verunreinigungen zurückzuführen sind, nahe kommen[1], weshalb ich auch die Ansicht, daß der Magnesit sich über das Stadium des Dolomites bildete, nicht mehr für wahrscheinlich halte, vielmehr glaube, daß sich der Magnesit direkt durch Umsetzung gebildet hat, woraus sich auch ungezwungen die verschieden großen Dolomitaureolen, welche bald nur einige Millimeter, bald viele Meter stark, den Magnesit umsäumen, erklären lassen." Dann kommen die beiden eben angeführten Gleichungen. Aber kein Wort steht in diesem Referate, daß ich Redlich gegenüber diese Ansicht aussprach, als er noch an Dolomit als Zwischenstufe festhielt, und daß er, dadurch veranlaßt, seine Ansicht aufgegeben und meine angenommen hat. Vielmehr hat er sofort diese Ansicht auf die Genesis des Siderites übertragen und auch da den Ankerit als Zwischenstufe ausgeschaltet.

Es bestand daher für mich gar keine Veranlassung, eine der beiden Arbeiten, die als wesentlich neu nur meine eigenen früher geäußerten Ansichten enthielten, zu erwähnen.

Auch sonst war für mich keine Veranlassung, eine der beiden Arbeiten anzuführen. In meiner Veröffentlichung: Zur Kenntnis der Carbonate. II., habe ich auf die große Wichtigkeit der Untersuchungen von Klement[2] über die Dolomitbildung hingewiesen und die Übereinstimmung mit den Ergebnissen Linck's und seiner Schüler gezeigt. Redlich aber verwirft die Untersuchungen Klement's als für die natürlichen Verhältnisse irrelevant, verwirft sie zusammen mit Pfaff's Arbeiten, die freilich für die Dolomitbildung

[1] Zu dieser Behauptung hätte es wohl kaum mehr neuer Analysen bedurft, weil aus der Zusammenstellung aller Dolomitanalysen, z. B. im Doelter'schen Handbuch der Mineralchemie (Steinkopff. 1912. Bd. I), deutlich dieses konstante Verhältnis hervorgeht, worauf ich ausdrücklich hingewiesen habe.

[2] Klement. Min.-petr. Mitteil. **14**. 526. 1895.

in der Natur keine Bedeutung haben. Wozu hätte ich das damals anführen sollen? In der ersten Arbeit schrieb Redlich p. 96: „Erhöhung der Temperatur und Druck, ferner die Anwesenheit von Lösungsgenossen und besonders von Kohlensäure werden die Dolomitbildung begünstigen."

Redlich gibt aber nicht an, welche Lösungsgenossen die Dolomitbildung begünstigen sollen; auch sind in der Literatur keine Verbindungen bekannt, deren Jonen erwiesenermaßen eine derartige Wirkung haben; diese Behauptung ist unrichtig. Wenn Redlich von Kohlensäure spricht, so kann er nur freie Kohlensäure meinen, die kann (siehe die Versuche Spangenberg's später) nur als Druckerhöhung wirken, und das ist ja schon im ersten Teil des Satzes gesagt; eine andere Einwirkung der CO_2, wie sie Redlich anzunehmen scheint, kann der Dolomitbildung, überhaupt jeder Carbonatbildung, an Ort und Stelle nur entgegenwirken, da sie das Lösungsvermögen des Wassers erhöht.

In der anderen Arbeit werden p. 39 die drei Retgers'schen Reihen von trigonalen Carbonaten besprochen:

I.	II.	III.
Kalkspat-Reihe	Ankerit-Reihe	Braunspat-Reihe
$CaCO_3$	$CaMgC_2O_6$	$MgCO_3$
$SrCO_3$	$CaFeC_2O_6$	$FeCO_3$
$BaCO_3$	$CuMC_2O_6$	$MnCO_3$
$PbCO_3$		$ZnCO_3$

Dann heißt es: „Jede der Reihen vermag gleichsam in fester Lösung als Verunreinigung geringe Mengen eines Salzes der anderen Reihe aufzunehmen, ohne aber eigentlich Mischsalze zu bilden."

Dann gleich weiter unten: „Tonerde, Kieselsäure, Manganverbindungen und Calciumcarbonat sind mechanische Beimischungen und könnten höchstens in kleinen Quantitäten als feste Lösungen angesehen werden."

Hier liegt eine Verwechslung der Bedeutung von mechanischer Beimischung, fester Lösung, isomorpher Mischung und Verunreinigung vor, denn nach dem Vorstehenden wäre feste Lösung gleichbedeutend mit Verunreinigung. Daß Manganverbindungen in den Carbonaten der trigonalen Reihe Verunreinigungen sind, entspricht nicht den Tatsachen, denn das trigonale Mangancarbonat — der Rodochrosit — ist ja isomorph mit den Gliedern der Reihe III. Daß auch das $CaCO_3$ isomorph mit den Gliedern der III. Reihe ist, unterliegt gleichfalls kaum einem Zweifel; nur bestehen zwischen ihnen und dem $CaCO_3$ Mischungsreihen mit großer Lücke.

Bei dieser Gelegenheit sei auch auf die unmöglichen Reaktionsgleichungen Redlich's hingewiesen. Derartige Gleichungen besagen, daß, wenn man die Lösungen zweier Carbonate (von den entsprechenden, von Redlich angenommenen) zusammengießt, ein

Carbonat ausfällt. Das ist unrichtig; derartige Reaktionsgleichungen — und Reaktionsgleichungen sind es ja nach ihrer Formulierung — sind prinzipiell unmöglich.

Redlich glaubt wahrscheinlich, daß, ausgehend vom Nernst-schen Löslichkeitsprinzip zweier gleichjoniger Salze, das leichter lösliche sich in der Lösung des schwerer löslichen Salzes auflöst und dieses ausfällt. Ich habe in meiner Arbeit „Zur Kenntnis der Carbonate. II.“ schon darauf aufmerksam gemacht, daß das Nernst'sche Prinzip auf den vorliegenden Fall kaum angewandt werden kann. Das Nernst'sche Prinzip gilt nur bei ähnlichem Löslichkeitsgrade; und ich habe auf die viel größere Löslichkeit des Magnesiumcarbonates (wenn man nicht vom Anhydrid, sondern von einem Hydrat ausgeht) aufmerksam gemacht, die um ein Vielfaches größer ist als die des Calciumcarbonates. Außerdem handelt es sich hiebei ja auch um die Gegenwart von Kohlensäure, die mit beiden Carbonaten noch eine saure Verbindung bilden kann, so daß die Gültigkeit des Nernst'schen Prinzipes für diesen Fall unwahrscheinlich erscheint. In dieser Richtung angestellte Versuche bestätigten mir diese Annahme.

Aber selbst wenn man den Vorgang mit dem Nernst'schen Prinzip in Zusammenhang bringen will, darf man ihn nicht als Reaktion formulieren, weil es sich ja nur um Löslichkeitsbeeinflussung und keineswegs um eine chemische Reaktion handelt.

Der Umstand, daß man das Nernst'sche Prinzip hier nicht anwenden kann, bewog mich zu sagen, daß die Redlich'sche Theorie der metamorphen Magnesitbildung nicht mit dem Chemismus der beiden Carbonate $CaCO_3$ — $MgCO_3$ im Einklang stände; ich konnte damals allerdings keine neue Erklärungsweise geben, die Experimentaluntersuchungen und Naturbeobachtungen in gleicher Weise zu vereinen vermag. Deshalb erwog ich andere Bildungsbedingungen und dachte an eine marine Bildung, die ich für durchaus nicht ausgeschlossen halte. Es ist ein Irrtum Redlich's, wenn er glaubt, daß ich dabei nur an seinen Typus Hall denke. Ich vermag überhaupt den einzelnen Typen des kristallinen Magnesites keine so weitgehende Bedeutung beizulegen. Die Abwesenheit von Sulfaten ist noch lange kein Beweis, wie Redlich auf p. 53 in seinem Angriff meiner Arbeit glaubt, daß eine Bildung marin sei. Dolomite marinen Ursprungs sind gewöhnlich frei von Sulfaten. Warum ich aber die mangelnde Übereinstimmung der Laboratoriumsversuche und der Naturbeobachtungen so sehr betonte, das hat seinen Grund in erster Linie im Auftreten magnesitisierter Fossilreste, auf die sich Redlich immer wieder als Hauptstütze seiner Theorie beruft. In der Veitsch fanden sich Crinoideenreste, die nach den mitgeteilten Analysen in Magnesit umgewandelt waren. Redlich war zuerst von der Umwandlung der Kalkcrinoideen in Dolomit und dann weiter in Magnesit überzeugt.

hat dann später aber auch für diese die direkte Umwandlung des Kalkcarbonates zu Magnesit für wahrscheinlicher gehalten. Redlich spricht von der Häufigkeit derartiger Magnesit-Fossilien. Die beiden Analysen, die Redlich vornehmen ließ, geben folgende Zusammensetzung[1]:

	I.	II.
$CaCO_3$	4,29	2,10
$MgCO_3$	66,30	91,06
$FeCO_3$	11,74	2,70

Die 18 % bei der ersten und die 4 % bei der zweiten Analyse, die auf 100 % fehlen, werden als nicht näher bestimmter Rückstand bezeichnet. Ob die Kohlensäure bestimmt oder nur errechnet wurde, ist nicht angegeben. In einer Tafel werden unter Fig. 3 derartige Crinoidenstiele abgebildet.

Die unverhältnismäßig große Menge des „nicht näher bestimmten" Rückstandes ist namentlich bei der 1. Analyse sehr auffällig; bei sorgsamer Auslese, da ja doch kein Materialmangel vorhanden war — Redlich spricht ja von häufigem Vorkommen derartiger umgewandelter Tierreste — mußte genug reines Material dieser weißen Carbonatgebilde erhalten werden. Eine sorgfältige Neuanalyse dieser Stufen erschien mir daher sehr wünschenswert. Ich habe alles mir verfügbare Material teils qualitativ, teils quantitativ untersucht. Eine kleine Stufe mit Magnesitcrinoideen, die mir Herr Prof. Dr. K. A. Redlich im Jahre 1909 in Leoben gab, wurde quantitativ mit folgendem Resultat untersucht:

CaO	31.07	$CaCO_3$	53,67
MgO	20,32	$MgCO_3$	42,49
FeO	2.10	$FeCO_3$	3.39
SiO_2 (Quarz) . .	0.42	Unlöslich	0,42
			99,97

Die Kohlensäure wurde nicht bestimmt; die errechnete CO_2 ist fast stets die richtigere Zahl, als die durch Bestimmung gefundene. Das Material war sorgfältig ausgewählt und u. d. M. auf seine Reinheit geprüft worden.

Eine (die einzige) Stufe des mineralogisch-petrographischen Institutes, die auf einer Exkursion unter der Führung Redlich's gesammelt worden war und äußerlich vollständig der in Fig. 3 abgebildeten Stufe entsprach, wurde ebenfalls analytisch untersucht und folgendes gefunden:

CaO	30,59	$CaCO_3$	54,60
MgO	19,58	$MgCO_3$	40.94
FeO	3,03	$FeCO_3$	4,89
Unlöslich (SiO_2) .	0,17	Unlöslich	0,17
			100,60

[1] In Zeitschr. f. prakt. Geol. 1913. Analysen No. 7 u. 8.

Die Auslese des Analysenmateriales wurde natürlich auf die gleiche sorgfältige Art vorgenommen.

Es war also beide Male Dolomit vorgelegen.

Darnach kann wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß es sich früher um unrichtige Analysen gehandelt hat, daß vielleicht das Analysenmaterial verwechselt wurde.

Ich ersuchte Herrn Prof. Dr. K. A. Redlich, mir die bei mehreren Anlässen (z. B. Vortrag bei dem Naturforscherkongreß in Wien 1912) gezeigte Stufe, die die Abbildung Fig. 3 in der Zeitschr. f. prakt. Geol. wiedergibt und auf die sich die eine der früher angegebenen, auf Veranlassung Redlich's ausgeführten Analysen bezieht, zur Ausführung einer neuen Analyse zu übersenden. Darauf teilte mir Herr Prof. Redlich mit, daß meine Annahme richtig sei, das Material der Analyse I auf p. 450 (in Redlich's Arbeit No. 7) wahrscheinlich verwechselt wurde und Dolomit vorliege. Die nach Redlich häufig auftretenden Magnesitcrinoideen sind also Dolomit.

Herr Prof. Dr. Redlich teilt mir weiter mit, daß Analyse II auf p. 450 (in Redlich's Arbeit Analyse 8) bestimmt richtig sei, daß aber das Vorkommen so außerordentlich selten sei, daß alles Gefundene ganz für die Analyse verwendet werden mußte. Ich vermag dem nicht ohne weiteres beizupflichten; war bei No. 7 das Material verwechselt worden, so konnte es ebensogut auch bei No. 8 der Fall sein. Die Existenz derartig metamorphosierter Crinoideen muß daher vorläufig als äußerst zweifelhaft gelten.

Damit ist Redlich's Magnesithypothese ihrer hauptsächlichen und realsten Stütze beraubt.

Zugleich aber, und das ist das Ergebnis meiner Untersuchungen, besteht nun keine prinzipielle Differenz mehr zwischen Laboratoriumsversuchen und Naturbeobachtungen.

Hier kommen vor allem die von K. Spangenberg[1] auf Veranlassung G. Linck's unternommenen Versuche in Betracht. Er ließ Magnesiumcarbonatlösungen auf eine labile $CaCO_3$-Modifikation — den Vaterit — einwirken und erhielt je nach Druck und Temperatur bis zu 80° C entweder $MgCO_3 + 3H_2O$ oder das sog. Linck'sche Mischsalz, das wasserfreie Sphärolithe von Calcium-Magnesiumcarbonat bildet. Nur bei höherer Temperatur und erhöhtem Druck bildete sich das Mischsalz, sonst das Magnesiumcarbonat-Hydrat. Ähnliche Mischsalze hatte auch C. Klement[2] erhalten, als er auf labiles $CaCO_3$ (er verwendete Aragonit) mit Mg-Salz (Magnesiumsulfat und -chlorid) Lösungen behandelte. Diese Mischsalze sind selbst nicht Dolomit, können sich aber, wie schon

[1] K. Spangenberg, Zeitschr. f. Krist. **52**. 529. 1913.

[2] l. c.

Klement annimmt — und Meigen[1] pflichtete dieser Ansicht bei — in Dolomit umwandeln.

Alle diese Versuche zeigen, daß bei Anwesenheit des nötigen Druckes (siehe Spangenberg) bei höherer Temperatur der Bodenkörper, das $CaCO_3$ angegriffen, d. h. aufgelöst wird und sich dann aus der Lösung Sphärolithe bilden, die aus $MgCO_3$ und $CaCO_3$ in nicht näher definierbarer Form (Linck'sches Mischsalz) bestehen. War genügend CO_2 in der Lösung anwesend, so wird sich bei niedrigeren Temperaturen — oder auch gleichzeitig bei höheren Temperaturen —, wenn die Gelegenheit zur Ausscheidung geboten wird (Druckänderung, CO_2-Entweichen, Verdunsten etc.) sich das $MgCO_3 + 3H_2O$ bilden. Daraus ergibt sich ziemlich ungezwungen folgende Bildungshypothese:

Lösungen, die hauptsächlich dissoziiertes Magnesiumchlorid und Kohlensäure (neben anderen Bestandteilen) enthalten, dringen in Kalksteine ein. Bei erhöhter Temperatur und Druck wirkt das Mg-Salz auf den Kalk ein und setzt diesen zu Ca-Mg Mischsalzen (Linck'sches Mischsalz) um. Gleichzeitig, vorher, oder nachher konnte je nach den Umständen Magnesiumcarbonat in der Hydratform sich abscheiden. Beides, Magnesiumcarbonat und die Mischsphärolithe wandelten sich später in Magnesit bezw. Dolomit um.

Bei den eben erwähnten Versuchen Spangenberg's ist es übrigens durchaus nicht sicher, ob der ursprüngliche Bodenkörper, der Vaterit, zuerst in Lösung ging und dann erst die Ausscheidung des sog. Mischsalzes eintrat. Über die Natur des Mischsalzes wissen wir — begreiflicherweise, denn es handelt sich ja um überaus kleine Kristalleinheiten — ziemlich wenig. Angenommen wird, daß sich darin das $CaCO_3$ in der Vateritmodifikation befindet: das $MgCO_3$ tritt vielleicht in einer ähnlichen Form darin auf. Es ist nun ganz leicht anzunehmen, daß bei höheren Temperaturen und Drucken sich nicht das $MgCO_3 + 3H_2O$, sondern einfach diese Modifikation des $MgCO_3$, die wasserfrei ist, gebildet hat, daß also einfach zum Vaterit die Magnesiumcarbonatsphärolithen dazugetreten sind.

Ich halte diese Erklärung sogar für wahrscheinlicher.

In der Natur wirken die Wässer auf stabilere Formen des $CaCO_3$; da wird $CaCO_3$ aufgelöst werden, wenn die Lösung an $MgCO_3$ nicht gesättigt ist und freie CO_2 enthält. Dies ist um so wahrscheinlicher, als die Natur ja mehr mit verdünnteren Lösungen arbeitet.

Auf diese Weise, die im wesentlichen den Darlegungen Klement's entspricht, kann in ganz ungezwungener Weise die wechselnde

[1] Meigen, Geolog. Rundschau. 1. 126. 1910.

Ablagerung von Dolomit und Magnesit erklärt werden, wobei nur der Dolomit als metamorphe Bildung zu betrachten ist.

Bei der Einwirkung von Magnesiumbicarbonatlösungen auf labiles $CaCO_3$ bildet sich auch beim Erwärmen, wenn der Druck nicht zu groß ist, nur das $MgCO_3 + 3H_2O$ als einfache Ausscheidung durch CO_2-Verlust.

Bei höheren Temperaturen und größerem Druck bilden sich dann wiederum die Mischsphärolithe, das $CaCO_3$ wird aufgelöst und kommt gemeinsam mit dem $MgCO_3$ zum Absatze; oder aber es kommt, wie man aus SPANGENBERG's Versuchen schließen kann, bei höheren Temperaturen einfach auch das $MgCO_3$ in einer sphärolithischen Ausbildung zum Absatze. Dasselbe wäre auch eingetreten, wenn kein Calciumcarbonat als Bodenkörper dagewesen wäre.

Aber gleichwie eine direkte sedimentäre Dolomitbildung durchaus möglich ist und nach meiner Ansicht sogar wahrscheinlich ist, kann man auch eine gleichzeitige sedimentäre Magnesitbildung annehmen. Darüber geben die von K. SCHMIDT[1] studierten Vorgänge Aufschluß. Er erhielt durch Zusammengießen wechselnder Mengen Ammoniumsesquicarbonat, Magnesiumchlorid und Calciumchloridlösungen Mischsalze von wechselnder Zusammensetzung (LINCK'sches Mischsalz) und Magnesiumcarbonathydrat. Derartige Bildungsbedingungen sind im Meerwasser gegeben. Also marine Dolomit-Magnesitbildung ist durchaus möglich und keinesfalls auf den Typus Hall beschränkt, der nur dadurch von anderen Magnesitablagerungen verschieden ist, als er gemeinsam mit Sulfat-Chloridablagerungen (Salzlager genannt) auftritt.

Derartige Entstehungsmöglichkeit kann für fossilloses Dolomit-Magnesitvorkommen angenommen werden.

Was die Herkunft des Magnesiums anbelangt, so ist sie bei der marinen Magnesitbildung von selbst gegeben; bei der nicht marinen Bildung brauchen wir uns über die Magnesia-Mengen, die zugeführt, gewiß nicht wundern, wie REDLICH ganz richtig bemerkt. Die Mineralquellen in unserer jetzigen, an vulkanischer Tätigkeit so armen Zeit lassen auf die früherer Erdperioden zurückschließen. Daß Lösungen heute noch existieren, die eine meiner p. 452 gegebenen Theorie der Magnesitbildung entsprechen, zeigt die Donatiquelle[2] von Rohitsch-Sauerbrunn in Untersteiermark.

REDLICH's Heranziehen der Lösungen, welche die Erzgänge des Siegener Landes bildeten, dünkt mich wenig glücklich; denn abgesehen davon, daß man auch dort über die genetischen Verhältnisse noch durchaus nicht im klaren ist, handelt es sich im Siegener Lande um Gänge ganz bedeutender Länge, die, wenn sie auch an Mächtigkeit manchmal 10 m übersteigen, eben doch Gänge sind und mit einem

[1] K. SCHMIDT, Dissertation. Jena 1913.
[2] Zeitschr. f. Krist. 47. 105. 1909.

stockförmigen Auftreten wie das des Magnesites nicht verglichen werden können; auch nicht in bezug auf die angesammelte Erzmenge, die sich bei Gängen doch auf ein weit größeres Areal verteilt als auf die kompakten Dolomit-Magnesitmassen z. B. der Veitsch.

Zusammenfassend möchte ich somit bemerken:

Die Annahme einer Bildung von Magnesit im großen Stile durch Umwandlung von Calcit ist in keiner Weise bewiesen; die hauptsächliche Stütze dieser Hypothese, das häufige Vorkommen von Crinoideenresten, die in Magnesit umgewandelt wurden, hat sich als äußerst unsicher herausgestellt; die Existenz derartiger Bildungen ist fraglich. Andererseits vermögen die Laboratoriumsversuche von Klement, Linck's und seiner Schüler und von mir die Dolomit- und Magnesitbildung zu erklären; es besteht also kein prinzipieller Gegensatz zwischen Laboratoriumsversuchen und Naturbeobachtungen, wie Redlich und ich noch vor kurzem annehmen mußten.

Magnesit kann sich auf verschiedene Weise bilden, die sich, wenn auch nicht synthetisch nachmachen, so doch experimentell erklären lassen. Die marine Magnesitbildung ist durchaus nicht auf den Typus Hall (Redlich) beschränkt.

Schraubstock oder Brandung in den Alpen?

Von **H. Mylius** in München.

Mit 2 Textfiguren.

Wenn die Natur Phänomene zeigt, die man sich nur schwer vorstellen kann, sei es, weil man ihre Ursache nicht begreift, sei es, weil sie in ihrer Wirkung zu gewaltig sind, so kann es vorteilhaft sein, wenn man einer alltäglicheren Erscheinung ansichtig wird, die sich in Ursache und Wirkung mit mehr Erfolg beurteilen und gleichzeitig mit jenem Phänomen vergleichen läßt.

Die einfache Arbeitsweise des gewöhnlichen Schraubstocks und die an jeder Küste zu beobachtende Brandung des Meeres sind zwei solche alltägliche Erscheinungen, die man in der modernen Literatur oft erwähnt findet, um das gewaltige Phänomen zu erklären, das sich bei der Entstehung der Alpen abgespielt hat. Auch eine letzthin von Argand erschienene Arbeit „Sur l'arc des

Alpes occidentales"[1], über die in dieser Zeitschrift von mir referiert wurde[2], macht von den beiden Vergleichen ausgiebig Gebrauch.

Über die Kräfte, denen die Alpen ihre Entstehung verdanken, wird heute noch heftig gestritten, und zwar ebensowohl über die Art und Weise, wie sie arbeiteten, wie über den Grad ihrer Wirkung. Da man nun über die Arbeitsweise des Schraubstocks wie über die Brandung des Meeres hinlänglich unterrichtet ist, so trägt es vielleicht zur Klärung der Verhältnisse bei, wenn beide Erscheinungen auf ihre Brauchbarkeit zu einem Vergleich mit den Alpen etwas eingehender betrachtet werden.

Der Schraubstock. Über seine Wirkungsweise braucht kaum etwas gesagt zu werden, außer, daß seine eine Backe meist fest, die andere beweglich ist, und daß man zwischen dieselben einen harten, seltener einen weichen, aber wohl nie einen breiförmigen Gegenstand einzuklemmen pflegt.

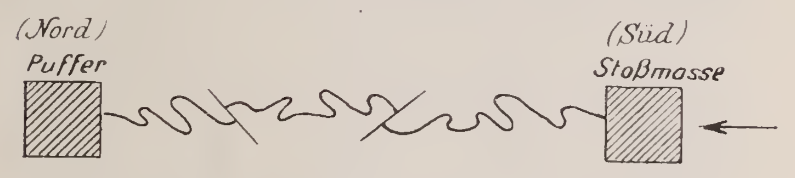


Fig. 1.

Vergleich. Von dem Landstrich, der den Nordsaum der Alpen begrenzt, und der einen Teil der europäisch-asiatischen Masse[3] darstellt, wird angenommen, daß er sich während der großen alpinen Bewegungen in relativer Ruhe befand[4]. Er ist die feste Backe des Schraubstocks. Der den Südsaum der Alpen begrenzende Landstrich hingegen, der zur indoafrikanischen Masse gehört, stellt die bewegliche Backe dar. Durch nordwärts gerichtetes Anpressen der letzteren gegen erstere wurde das zwischen ihnen gelegene Gebiet der alpinen Geosynklinale zusammengedrückt, was unter Falten- und Schuppenbildung geschah. Die nördliche Backe pflegt man auch als Puffer, die südliche als Stoßmasse zu bezeichnen. Fig. 1 veranschaulicht ohne weiteres den beschriebenen Vorgang.

[1] Eclog. geol. helv. **14**. 1916.

[2] N. Jahrb. f. Min. etc. 1917.

[3] Die Bezeichnungen europäisch-asiatische (bezw. eurasische) und indoafrikanische Masse habe ich der Einfachheit halber von Argand's Arbeit übernommen, um nicht die Diskussion auf das Gebiet der Abgrenzung der großen starren Kontinentalmassen zu bringen. Ich hätte eine andere Gliederung der letzteren vorgezogen.

[4] Auf Größe und Richtung seiner wirklichen Bewegung soll hier nicht eingegangen werden.

Die Brandung. Wenn man auf hoher See verfolgt, wie sich die Wellen senkrecht zu ihren Längsachsen fortbewegen, so hat man den Eindruck, als ob alles Wasser sich mit ihnen in gleicher Richtung und mit gleicher Geschwindigkeit in Bewegung befände. Dies ist in Wirklichkeit nicht der Fall; denn wenn man einen auf dem Wasser frei treibenden Gegenstand beobachtet, so sieht man, daß er nicht dem sich horizontal verschiebenden Bild einer einzelnen Welle folgt, sondern von allen Wellen der Reihe nach ergriffen wird und nur unter relativ geringer Platzverschiebung sich in vertikaler Richtung auf und ab bewegt. Die Erscheinung, die sich physikalisch sehr einfach erklärt, beruht darauf, daß nur das wellenförmige Oberflächenbild des Wassers sich horizontal verschiebt, während alle Wasserteilchen sich in gesetzmäßiger Weise schaukelnd auf und ab bewegen und eben hierdurch das Wellenbild erzeugen. Zu Fig. 2, die das Gesagte erläutert, brauchen nur noch wenig Worte hinzugefügt zu werden.

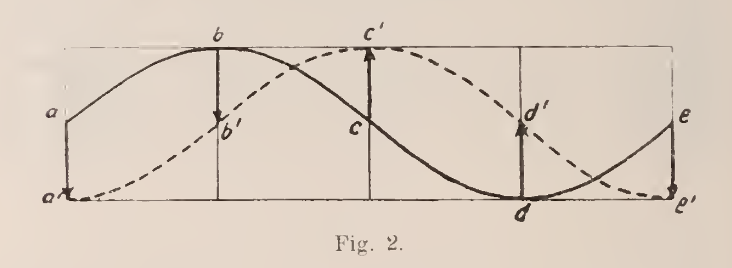


Fig. 2.

Durch Abwärtsbewegung der Punkte a, b und e nach a′, b′ und e′, sowie durch Aufwärtsbewegung der Punkte c und d nach c′ und d′ entsteht aus dem Wellenbild a b c d e das neue Bild a′ b′ c′ d′ e′; und dieses zeigt, daß der Wellenberg, der zuerst bei b lag, sich nach c′ verschoben hat, das Wellental von d nach e′. Noch weiter auf das Wesen der Wellenbewegung einzugehen, würde hier zu weit führen. Jedoch muß noch darauf hingewiesen werden, daß in der Natur die Wellen nie ganz frei von horizontalen Bewegungen sind, denn einmal muß begreiflicherweise ein ununterbrochener Ausgleich zwischen den benachbarten Berg- und Talgebieten stattfinden, wenn in jenen die Wassermenge wächst, in diesem abnimmt, was durch gegenseitige Verschiebungen der einzelnen kleinsten Wasserteilchen untereinander geschieht; und dann bewirkt vor allem der Wind, daß im Sinne der Wellenfortpflanzung auch das Wasser nach und nach in Strömung gerät; diese bleibt aber an Geschwindigkeit stets weit hinter jener zurück.

Wenn die Wellen sich einer Küste nähern und an ihr brechen, spricht man von Brandung. Die Wellen werden im Brandungsbereich durch den ansteigenden Meeresboden in ihrer freien Ent-

wicklung gehemmt, insbesondere werden die vertikalen Schwingungen verhindert. Die vorgenannte, vom Wind erzeugte Strömung kommt nun mehr und mehr zur Geltung, wird aber gleichzeitig am Boden immer stärker infolge Reibung verzögert, wodurch sich schließlich die Wellen in der Richtung auf die Küste überschlagen. Erfolgt die Brandung genau senkrecht auf die letztere, so zeigen die Wellenkämme und -täler mit ihr parallelen Verlauf. Erfolgt sie aber schräg zu ihr, so verzögern die küstennahen Teile der Wellen infolge des vorgenannten Widerstandes ihre Geschwindigkeit mehr wie die küstenfernen, und die Wellen nehmen bogenförmige Gestalt an; hierbei schließen sie mit der Küste einen nach vorne, d. h. in der Bewegungsrichtung geöffneten spitzen Winkel ein.

Vergleich. Ein solcher läßt sich zunächst einmal in beschränkter Weise anstellen, indem man nur die Bilder der Wellen mit denen der Faltenzüge der Alpen vergleicht. In der Tat sind die Bilder ähnlich, denn hier wie dort erblickt man lang hinziehende gewölbeartige Kämme getrennt durch muldenartige Täler. Hier wie dort überschlagen sich auch die Gewölbe unter gewissen Bedingungen nach einer Seite.

Manche Geologen gehen aber noch weiter und vergleichen nicht nur die fertigen Bilder, sondern auch ihre Entstehungsweisen miteinander. Wie die Wellen des Meeres sich auf eine Küste zu bewegen und an ihr branden, so sollen auch die Gesteinsmassen der Alpen zu einer Zeit, als sie sich noch in weichem, plastischem Zustande befanden, in nordwärts gerichtete Strömung geraten sein. Am Südrand der europäisch-asiatischen Masse erfolgte dann Brandung und schließlich Erstarrung der bei diesem Vorgang entstandenen Falten-, bezw. Wellenbilder. In welchem Maße die Strömung des alpinen Materials auf den Vorstoß der indoafrikanischen Masse zurückzuführen ist, oder inwieweit sie als Gleitbewegung selbstständig erfolgte, wird verschieden beurteilt.

Kritik zum Vergleich mit dem Schraubstock. Für die Brauchbarkeit dieses Vergleiches sprechen zunächst die praktischen Versuche, die mit Apparaten schon wiederholt angestellt wurden, die auf dem Prinzip des Schraubstocks beruhen. In Kasten, in denen mit verschieden festen und verschieden gefärbten Materialien (Ton, Sand, Gips usw.) eben gelagerte Schichtenfolgen künstlich hergestellt wurden, preßte man dieselben von einer Seite her zusammen. Die Bilder, die dabei entstanden mit Faltungen und Schuppungen, waren denen der Alpen in so hohem Maße ähnlich, daß man sie als ihre verkleinerte Wiedergabe bezeichnen kann.

Wenn man nun annimmt, daß die Falten- und Schuppenzüge der Alpen nicht nur als Bilder mit den im Schraubstock erzeugten übereinstimmen, sondern mit ihnen auch eine ähnliche Entstehungsursache aufweisen, nämlich die der seitlichen bezw. horizontalen Zusammenpressung, so wird man in erster Linie auf den Stand-

punkt der Kontraktionstheorie geführt. Diese läßt sich am besten mit der Arbeitsweise des Schraubstocks vergleichen. Wie soll man anders verstehen, daß die indoafrikanische Masse mit solcher Gewalt an die europäisch-asiatische gepreßt wurde, daß längs ihrer Naht die Erdschichten sich zu so einem gewaltigen Gebirge wie die Alpen aufbäumten?

Daß die Kontraktionstheorie immer noch die beste Arbeitshypothese ist, um die Entstehung aller Faltengebirge zu erklären, habe ich in meinen Arbeiten oft und stark betont, erst voriges Jahr wieder anläßlich eines Querschnitts durch die Alpen[1]. Nun erhielt ich auch kürzlich von Arn. Heim, einem der besten Kenner der Alpen, ein Referat über einen von ihm in Zürich gehaltenen Vortrag[2] zugesandt, in welchem er den gleichen Standpunkt mit den Worten vertritt: „Daß die Deckenbildung durch Kontraktion der Erdrinde erzeugt ist, steht für alle schweizerischen Alpentektoniker außer Frage, und die klassische Theorie von der Abkühlung und dem Kleinerwerden des Erdinnern ist trotz vieler Einwände noch heute die beste Erklärung für die gewaltige Schrumpfung der Erdrinde". Daß Arn. Heim Anhänger der Deckentheorie ist und hierin von meiner Auffassungsweise vom Bau der Alpen stark abweicht, tut nichts zur Sache. Im Gegenteil, dies zeigt, daß man sich auf einen Standpunkt bezüglich des Alpenbaues stellen kann wie man will, auf die Kontraktionstheorie kommt man immer wieder zurück, um ihn ungezwungen zu erklären.

Die Kontraktion der Erde unter Falten- und Schuppenbildung wird also vom Schraubstock in wirklich vorzüglicher Weise veranschaulicht.

Kritik am Vergleich mit der Brandung. Es soll zunächst wieder nur die Bildung von Wellen für diesen Vergleich herangezogen werden. Daß sich gegen einen solchen, sofern man nur die fertigen Bilder berücksichtigt, nichts einwenden läßt, ist zuzugeben. Denn warum soll sich einem Wanderer, der die Alpen durchstreift, wenn er große Schichtmassen aus Taltiefen zu Bergeshöhen ansteigen und jenseits derselben wieder abfallen sieht, nicht das Bild von mächtigen Wellen aufdrängen? Aber den Vergleich auch auf die mechanische Entstehungsweise beider Gebilde auszudehnen, muß aus folgenden Gründen zurückgewiesen werden.

1. Die Wellenbewegung ist, wie gezeigt wurde, eine vertikale, die Faltenbewegung hingegen eine horizontale. Nur unter dem Zwang der horizontalen Raumverkürzung und der dadurch in vertikaler Richtung benötigten Raumvergrößerung sind bei der Ge-

---

[1] H. Mylius, Ein geologisches Profil vom Säntis zu den Bergamasker Alpen. Neues Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XLI. 1916.

[2] Arn. Heim, Neue Fortschritte in der Geologie der Schweizer Alpen. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. in Zürich. Jahrg. 62. 1917.

birgsbildung die Gewölbe nach oben ausgewichen, und ist so das Faltenbild entstanden.

2. Wird eine plastische Masse von solch fließender Beschaffenheit, daß sie zur Wellenbildung befähigt ist, unter seitlichem Druck, also durch horizontale Kraft langsam auf einen schmäleren Raum zusammengedrängt, so vollzieht sich die dabei ergebende Fließbewegung nicht unter Wellenbildung, sondern es verschieben sich entweder die einzelnen Massenteilchen untereinander unter ruhigem Ansteigen der gesamten Oberfläche, oder es wälzen sich auf dieser die Massen, wenn sie weniger flüssig sind, fladenartig übereinander. Wollte man die Masse der alpinen Geosynklinale vermöge ihres breiförmig gedachten Zustandes in wellenförmige Bewegung versetzen, so gelänge dies nur durch vertikale Kraft, wenn man nach dem Muster der Undosa-Wellenbäder mit der indoafrikanischen Masse kräftig auf- und abpumpte.

3. Wären die Falten durch irgend eine wellenähnliche Bewegung entstanden, was nicht nur einen breiförmigen Zustand derselben, sondern auch eine gewisse Geschwindigkeit der Bewegung voraussetzen würde, so ließe sich nicht begreifen, wie die zu der Höhe der Alpen gehobenen Massen auf dieser plötzlich erstarren konnten.

4. Die Erscheinungen von Schuppenstruktur, die in allen Teilen der Alpen zu beobachten sind, setzen für diese ein so weit vorgeschrittenes Stadium der Erstarrung voraus, daß die in den letzten zwei Punkten gemachte Voraussetzung breiförmiger Plastizität nicht mehr erfüllt wird und damit die Möglichkeit der Wellenbildung in sich zusammenbricht.

Dehnt man nun die kritische Betrachtung noch auf den Vergleich mit der Brandung aus, so bleiben die vier vorgenannten Einwendungen bestehen, auch die erste derselben; denn im Bereich der Küste spielen bei der Erzeugung der Wellen die vertikalen Bewegungen auch noch eine wichtige Rolle. Immerhin ist zuzugestehen, daß im Brandungsbereich der Wellen der Vergleich eben infolge der hervortretenden Horizontalbewegungen etwas an Berechtigung gewinnt. Dafür fällt aber die dritte Einwendung um so stärker gegen ihn ins Gewicht; denn die sich überschlagenden Wellen setzen zweifellos eine größere Beweglichkeit der Masse voraus wie breite flache Wellen. Für jene wäre eine momentane Erstarrung noch undenkbarer wie für diese.

Das Ergebnis der letzten Betrachtungen ist, daß nur die Wellenbilder als solche mit den Faltenbildern zu vergleichen sind. Entstehung und Bewegungsweise der Wellen und ihrer Brandung haben mit den entsprechenden Vorgängen bei der alpinen Faltenbildung nichts gemein.

Wenn in den vorangegangenen Betrachtungen ein fließend plastischer Zustand der Gesteinsmaterie bis zu solcher Tiefe als

Voraussetzung gemacht wurde, daß Wellenbildung und Brandung erfolgen konnten, so bleibt noch die physikalische Möglichkeit des Entstehens eines solchen Zustandes zu beweisen. Auch sie ist meines Erachtens in vieler Hinsicht anzuzweifeln. Hierauf näher einzugehen, würde jedoch zu weit führen. Es ließen sich mehrere Kapitel darüber schreiben.

Der Bogen der Westalpen ist unter allen tektonischen Einzelerscheinungen, die den Bau der Alpen auszeichnen, die großzügigste. Mit der Wirkungsweise des Schraubstocks läßt sie sich zwanglos in Einklang bringen: dies insbesondere, wenn man sich auf den Standpunkt der Kontraktionstheorie stellt, die naturgemäß nicht einseitige, sondern allseitige Zusammenschrumpfung der Erdrinde voraussetzt. Es muß also neben der meridian gerichteten auch eine äquatorial gerichtete Schrumpfung erfolgt sein. Der Gesamtzug der Alpen zwischen Donau und Mittelländischem Meer erweist sich sodann als die im Osten geradlinig, im Westen bogenförmig verlaufende Naht zwischen der indoafrikanischen und der europäisch-asiatischen Masse, längs der diese beiden unter allseitigem Druck aneinandergepreßt wurden, und zwar an jeder Stelle der Naht senkrecht zu derselben. Auf der Linie Chur—Bregenz wären also die Alpen in südnördlicher Richtung, auf der Linie Turin—Grenoble in ostwestlicher Richtung wie in einem Schraubstock eingespannt gewesen, südlich vom Monte Viso in nordost-südwestlicher.

Die Brandungshypothese läßt sich mit dem westlichen Alpenbogen begreiflicherweise noch schlechter in Einklang bringen als mit dem übrigen geradlinigen Teil der Alpen. Er erweist sich als eine weitere wichtige Erscheinung, die gegen sie spricht. Wie groß die Schwierigkeiten sind, die hier der Hypothese erwachsen, ersieht man deutlich aus Argand's Arbeit, der den Bogen zunächst durch schräge Brandung zu erklären versucht. Es soll die gegen Norden, bezw. Nordnordwesten ins Fließen gebrachte weiche Masse gegen das bogenförmig gekrümmte Uferstück Eurasiens schräg angeströmt sein, wobei sich die Wellen zum jeweiligen Bogenstück mehr oder weniger parallel einstellten. Da nun Argand nicht alle Erscheinungen des Bogens durch Fließbewegungen zu erklären vermag und er auch Kraftübertragung benötigt, so behilft er sich damit, daß er von der alpinen Geosynkline die gewölbeartigen Erhebungen frühzeitig erstarren läßt, während die mit Detritus sich beladenden Mulden noch weich bleiben. Wenn er nun zur Erklärung irgend einer Erscheinung mechanische Kraft benötigt, so glaubt er die sie übertragende starre Masse zu besitzen, wenn er Brandung benötigt, die weiche Masse. Er bedenkt aber nicht, daß, wenn die starren Rücken zwischen den weichen Mulden frei und isoliert schwimmen, sie in diesem frühen Stadium für eine Kraftübertragung noch nicht in Betracht kommen, während umgekehrt später, wenn zwischen den zusammengewachsenen erstarrten

Massen die weichen wie vereinzelte Seen liegen und nun Kraftübertragung möglich wäre, die Fließ- und Brandungsfähigkeit des Ganzen aufgehört hat.

Beide Vergleiche mit Schraubstock und Brandung werden, wie es Argand tut, **gleichzeitig** herangezogen, um den deckenförmigen Aufbau der Alpen zu erklären. Dies ist immer ein Unding. In einen Schraubstock kann man ein festes Trum, ein Stück Eisen, Stein oder Holz oder auch einen noch weicheren Gegenstand einspannen, aber keinen zu Wellenschlag und Brandung befähigten fließenden Brei. An der gleichzeitigen Anwendung beider Vergleiche sieht man, wie unklar die Vorstellung derer ist, die an die Deckentheorie glauben. Dies kommt davon, daß sie sich in eine Hypothese verbissen haben, die an Widersprüchen überreich ist. Einerseits erkennen sie ganz richtig, daß ohne Kontraktionstheorie nicht durchzukommen ist; deshalb wird der Schraubstock herangezogen. Andererseits geraten sie dadurch, daß sie die Gesamtbewegung und mit ihr auch die Kontraktion einseitig wirken lassen und folglich auch den Schraubstock einseitig ansetzen, an allen Ecken und Enden der Alpen mit ihrer Hypothese in Widerspruch Nun wird in ganz unverständlicher Weise in den Schraubstock ein Brei gespannt; und da in letzterem Fließbewegungen nach allen Seiten möglich sind, kommt man aus dem Dilemma glänzend heraus: In den Westalpen wird der große Bogen durch Abfließen der Massen nach drei Himmelsrichtungen erklärt; am Nordrand der Alpen haben die Klippen eine Gleitfahrt nordwärts gegen das Vorland vollbracht; im Inneren der Alpen haben sich auch Teile unter Rückstau rückwärts bewegt. Daß sich mit einem solchen gefügigen Medium viel anstellen läßt, daß man mit ihm Falten, Decken und noch manches andere gießen und quetschen kann, liegt auf der Hand. Aber auch nur mit seiner Hilfe konnte die Deckentheorie über ein Chaos von Decken, wie man es sich nicht schlimmer erdenken kann, ihren unvergleichlichen Siegeszug halten.

Wie das alte Schulbeispiel des austrocknenden Apfels mit dem schrumpfenden Fleischkern und der sich auf ihm runzelnden Haut ein vorzüglicher Vergleich ist mit der sich abkühlenden Erde, ihrem ebenfalls schrumpfenden Kern und der sich über ihm in Falten legenden Rinde, so ist es auch der Schraubstock, der die dabei innerhalb der Erdrinde erfolgten tektonischen Vorgänge veranschaulicht. Diese sind Faltungen und kurze Schübe, die man in den Alpen auf Schritt und Tritt beobachtet. Decken haben bisher so wenig wie die Schraubstöcke auch die Alpen zu erzeugen vermocht. — Den Vergleich mit der Brandung wird man aber in Zukunft besser fallen lassen. —

Einem Vorwurf sehe ich schon jetzt mit Ruhe entgegen. Er wird von Anhängern der Deckentheorie erhoben und darin be-

stehen, daß ich die Erscheinungen der Wellenbildung und Brandung in zu streng physikalischer Weise zum Vergleich herangezogen hätte. Das mag stellenweise wohl der Fall sein; ich gebe es offen zu. Aber wenn Hypothesen zu bekämpfen sind, die mit den einfachsten Naturgesetzen in Widerspruch stehen, deren Verfechter nicht einmal das Parallelogrammgesetz der Kräfte anzuwenden wissen (vgl. Referat zu E. Argand, Sur l'arc etc.), und die sich deshalb unter Anwendung von Vergleichen in unklaren Redewendungen ergehen, muß zunächst einmal diesen Vergleichen auf den Grund gegangen werden. Dabei wird es nicht als Fehltritt zu bezeichnen sein, wenn man sich zu streng an diejenigen Gesetze hält, von denen die Vergleichsobjekte beherrscht werden. Mindestens ist dies besser, als wenn man es überhaupt nicht tut, denn sie, die ehernen Gesetze, aber nicht die mit den Objekten dehnbaren Vergleiche bilden eine feste Unterlage, auf der sich weiterforschen läßt.

Im Felde, Juni 1917.

Über die Einteilung der Familie Acidaspidae und über einige ihrer devonischen Vertreter. (Vorläufige Mitteilung.)

Von **Rud.** und **E. Richter,** im Felde und in Frankfurt a. M. (Juli 1917).

Mit 10 Textfiguren.

A. Über die Einteilung der Familie Acidaspidae.

Die zuletzt gegebene und gegenwärtig an Stelle früherer Versuche namentlich in Amerika geltende Einteilung und Namengebung der Acidaspiden ist diejenige von J. M. Clarke[1]. Sie gründet sich ausschließlich auf die Zahl und Gestalt der Nackenknoten oder Nackenstacheln. Von demselben Merkmal gehen auch wir aus, kommen aber bei erneuter Nachprüfung zu folgenden Ergebnissen:

1. Subgenus *Odontopleura* und Subgenus *Acidaspis* (unter Ausschluß von *A. Brighti*) sind zu vereinigen. Denn zwischen einem Mittelknötchen und einem langen, starken Mittelstachel bestehen bei nahe verwandten Formen alle Übergänge. (Auch der Name *Odontopleura* muß fallen, da gerade die Musterart *O. ovata* Emmr. zwei paarige Stacheln hat).

2. Subgenus *Ceratocephala* Warder, s. str. Clarke muß zum mindesten in die scharfgetrennten Subgenera *Miraspis* und *Ceratocephala* Warder (= *Trapelocera* Corda) zerlegt werden. Wir

---

[1] N. Y. State Museum, 44. Annual Report for 1890. Albany 1892.

spalten noch die näher an *Miraspis* stehenden Subgenera *Primaspis* und *Radiaspis* ab.

3. Die unter 2. genannten Subgenera müssen unter sich und mit *Dicranurus* und der als *Pseudomonaspis* aus 1. ausgeschiedenen *Brighti*-Gruppe zu einer verwandtschaftlichen Einheit innerhalb des Genus *Acidaspis* zusammengefaßt werden: Reihe der Miraspinae.

4. Das Genus bezeichnen wir nicht mit Clarke als *Ceratocephala* Warder, sondern auch weiterhin als *Acidaspis* (Murch.) Barr., mit der Begründung, daß der Begriff dieser Gattung erst von Barrande geschaffen worden ist. Dagegen erkennen wir die Forderung Clarke's an, wenn er *Trapelocera* Corda durch *Ceratocephala* Warder ersetzt. *Ceratocephala* Warder ist also für uns ein Subgenus von *Acidaspis*, ist gleichbedeutend mit *Trapelocera* Corda-Vogdes-Novák (und Barrande's Gruppe der *A. vesiculosa* Beyr.) und entspricht Clarke's Subgenus *Ceratocephala* s. str., wenn man sie auf jene Gruppe zurückführt und *Primaspis*, *Miraspis* und *Radiaspis* daraus entfernt.

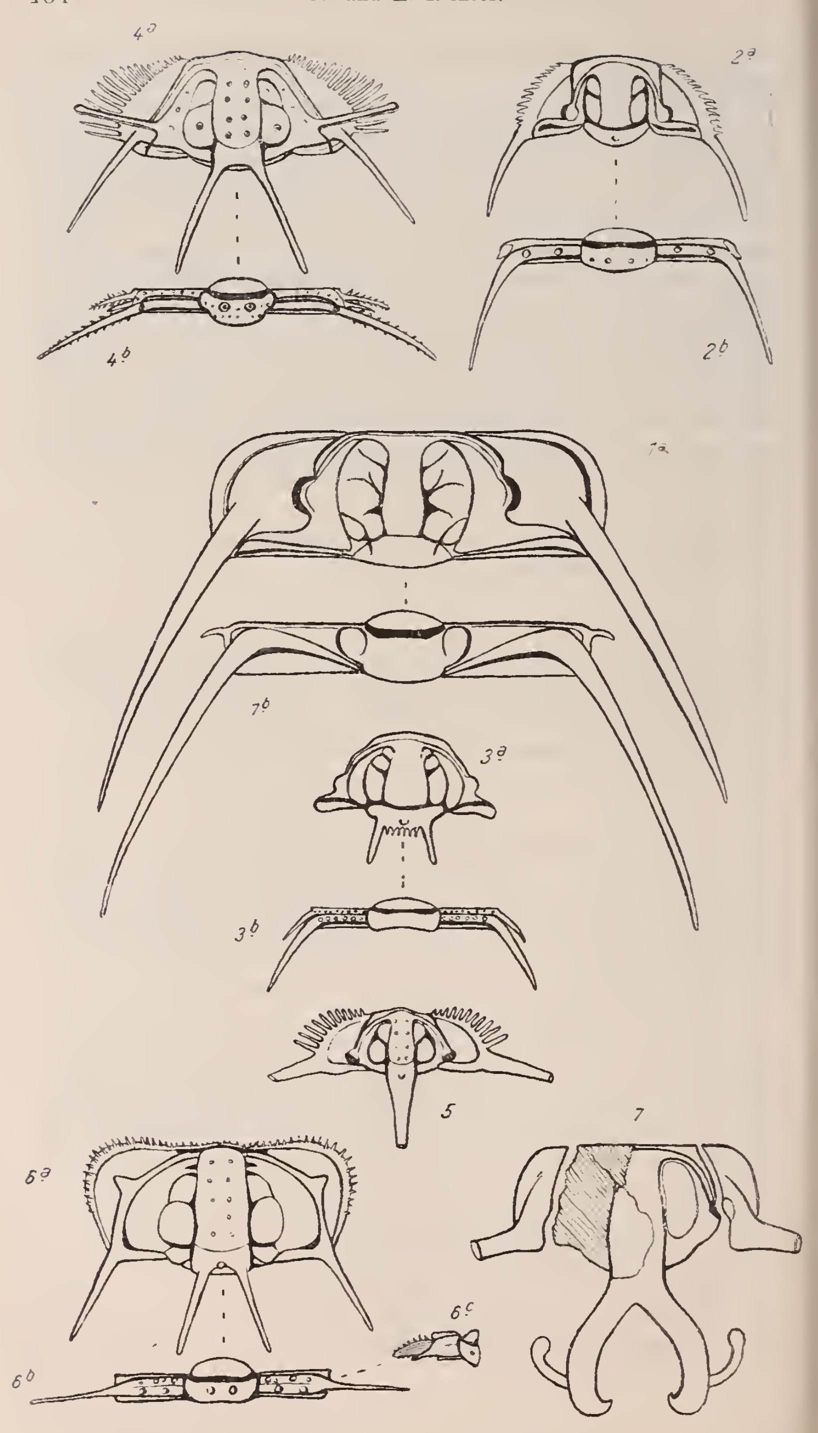
Diese Gesichtspunkte führen zu folgenden Änderungen in der Clarke'schen Systematik:

Clarke's Einteilung	Neue Einteilung	
Genus *Ceratocephala* Ward., emend. Clarke	Genus *Acidaspis* (Murch.) Barr.	
Subgenera:		
a) *Odontopleura* Emmrich	*Leonaspis* nov.	
b) *Acidaspis* Murch., emend. Clarke .		
	Pseudomonaspis nov.	Reihe der Miraspinae
	Primaspis nov.	
c) *Ceratocephala* Ward., s. str. Cl. . .	*Miraspis* nov.	
	Radiaspis nov.	
	Ceratocephala Warder	
d) *Dicranurus* Conrad	*Dicranurus* Conrad	
e) *Selenopeltis* Corda	*Selenopeltis* Corda	
f) *Ancyropyge* Clarke	*Ancyropyge* Clarke	

Die neue Familiengliederung, die wir im nachstehenden kurz erläutern, scheint uns den Verwandtschaftsverhältnissen am besten gerecht zu werden. Es fallen nämlich bei solcher Grenzführung die aus dem Nackenbau abgeleiteten Einheiten gleichzeitig auch mit solchen zusammen, die sich bei einer Zugrundelegung der Gesichtsnaht und des Schienenbaues ergeben:

Familie Acidaspidae Barrande.

1. Genus *Glaphurus* Raymond 1905/10.
2. Genus *Acidaspis* (Murchison) Barrande 1852.
   1. Subgenus *Selenopeltis* Corda (Textfig. 1).
      Musterart: *A. (S.) Buchi* Barr.


4a
2a
4b
2b
7a
7b
3a
3b
5
7
6a
6c
6b

2. Subgenus *Leonaspis* nov. (Textfig. 2).

Nackenring glatt oder mit einem unpaaren Knötchen oder einem aus diesem hervorgehenden unpaaren Stachel versehen. Gesichtsnaht vor den Augen der Längsachse gleichlaufend, von der Augenleiste abspreizend. „Äußeres Wangendreieck“ mithin ein ausgesprochenes Dreieck und ansehnlich. An den Rumpfgliedern fehlt eine vordere Schienenspitze oder ist wenig entwickelt. Musterart: *A. (L.) Leonhardi* BARR.

3.—8. Reihe der Miraspinae.

Gesichtsnaht der Glatze stark zugeneigt, der Augenleiste dicht folgend. „Äußeres Wangendreieck“ mithin schmal, bandförmig, verschwindend. Nackenring oft angeschwollen; stets (außer *Pseudomonaspis*) mit zwei paarigen Stacheln, zwischen denen das unpaare *Leonaspis*-Knötchen auch noch gewöhnlich auftritt. Vordere Schienenspitze oft stark entwickelt.

Erklärung zu den Textfig. 1—7.

Die Untergattungen von *Acidaspis* (MURCH.) BARR. durch böhmische Arten dargestellt.

Fig. 1. *Acidaspis (Selenopeltis) Buchi* BARR., Untersilur.
Nach BARRANDE, Syst. sil. Taf. 37 Fig. 25 und Taf. 36 Fig. 6.
a Kopfschild, $\frac{1}{1}$. b Rumpfglied, $\frac{1}{1}$.

„ 2. *Acidaspis (Leonaspis) Leonhardi* BARR., Obersilur.
Nach BARRANDE, Syst. sil. Taf. 37 Fig. 1 und 11.
a Kopfschild, $\frac{1}{1}$. b Rumpfglied, $\frac{2}{1}$.

„ 3. *Acidaspis (Primaspis) primordialis* BARR., Untersilur.
Nach BARRANDE, Syst. sil. Taf. 37 Fig. 15 und 16.
a Kopfschild, $\frac{3}{2}$. b Rumpfglied, $\frac{2}{1}$.

„ 4. *Acidaspis (Miraspis) mira* BARR., Obersilur.
Nach BARRANDE, Syst. sil. Taf. 39 Fig. 5, 7 und Taf. 6 Fig. 3.
a Kopfschild, $\frac{3}{2}$. b Rumpfglied, $\frac{2}{1}$.

„ 5. *Acidaspis (Pseudomonaspis) Grayi* BARR., Obersilur.
Nach BARRANDE, Syst. sil. Taf. 39 Fig. 20.
Kopfschild, $\frac{1}{1}$.

„ 6. *Acidaspis (Ceratocephala) Verneuili* BARR., Obersilur.
Nach BARRANDE, Syst. sil. Taf. 38 Fig. 5 und 6.
a Kopfschild, $\frac{5}{4}$. b Rumpfglied von oben, die wagerechte Spitze zeigend, $\frac{5}{4}$. c Rumpfglied von der Seite, wobei die andere, senkrecht nach unten gerichtete Spitze (gestrichelt) sichtbar wird, $\frac{5}{4}$.

„ 7. *Acidaspis (Dicranurus) monstrosa* BARR., Devon (G).
Nach BARRANDE, Syst. sil. Suppl. Taf. 11 Fig. 19
a Kopfschild, $\frac{1}{1}$.

3. Subgenus *Primaspis* nov. (Textfig. 3).

Primitive Untergattung des böhmischen Untersilurs. 10 Rumpfglieder[1]. Musterart: *A. (Pr.) primordialis* Barr.

4. Subgenus *Miraspis* nov. (Textfig. 4).

Typische Untergattung der Reihe. 9 Rumpfglieder[1]. Musterart: *A. (M.) mira* Barr.

5. Subgenus *Radiaspis* nov. (Textfig. 9—10).

Vergl. die folgende Beschreibung der Musterart *A. (R.) radiata* Goldfuss.

6. Subgenus *Pseudomonaspis* nov. (Textfig. 5).

Aberrante Untergattung, bei welcher aus der für die Reihe eigentümlichen Anschwellung des Nackenringes ein unpaarer Stachel hervorgeht, der von dem *Leonaspis*-Knötchen unabhängig ist. Musterart: *A. (Ps.) Brighti* Murch. (Dazu *A. [Ps.] Grayi* Barr. und *quinquespinosa* Salter-Lake.)

7. Subgenus *Ceratocephala* Warder (Textfig. 6 u. 8).

Eigenartig differenzierte Untergattung. Kopfschild nach vorn verbreitert. Augen weit nach vorn gerückt. 10 Rumpfglieder[1]. Musterart: *A. (C.) goniata* Warder.

8. Subgenus *Dicranurus* Conrad (Textfig. 7).

Die paarigen Nackenstacheln zu schraubig gebogenen Hörnern von besonderer Größe gesteigert. Musterart: *A. (D.) hamata* (Conrad) Hall.

9. Subgenus *Ancyropyge* Clarke.

Nur das Schwanzschild bekannt. Musterart: *A. (A.) Romingeri* Clarke.

B. Über einige devonische Acidaspiden.

1. *Acidaspis (Leonaspis) pigra* Barrande 1871.

Dank der liebenswürdigen Unterstützung und Auskunft von Herrn Prof. Bode in Clausthal konnten wir aus der Sammlung der dortigen Bergakademie eine Anzahl von Harzer Acidaspiden untersuchen und in Erfahrung bringen, was von den Urstücken der älteren Harzliteratur noch auffindbar ist. Auch Herr Dr. Dahmer-Höchst öffnete uns bereitwillig seine Privatsammlung[2].

---

[1] Die Zahl der Rumpfglieder ist noch nicht bei allen Arten bekannt. Sie scheint innerhalb der Untergattungen beständig zu sein, jedoch würden wir Abweichungen nicht allzu hoch bewerten.

[2] Ein bemerkenswertes Stück darin zeigt, daß in Begleitung von *A. (L.) pigra* am Schalker Teich im Oberharz *Thysanopeltis laciniata* Sandb. vorkommt. Diese Charakterform des Wissenbacher Schiefers bleibt dem gleichen Horizont also bis in den Harz hinein treu. — Ferner liegen Stücke in dieser Sammlung, die nunmehr den 1912 von uns vergeblich erstrebten Nachweis bringen, daß das für die Eifel und für Polen belegte Verbreitungsgebiet von *Basidechenella* auch den Harz einbegreift. Wie

Soweit das zurzeit erreichbare Material und die Ausführung der älteren Abbildungen urteilen lassen, müssen alle Acidaspiden, die unter dem Namen *A. glabrata* A. Roem., *A. horrida* A. Roem., *A. Hercyniae* Giebel, *A. Roemeri* Kayser und *A. pigra* (ausgenommen die Form des Iberger Kalkes *A. pigra* Harbort = *A. (L.) Harborti* Rud. Richter) aus dem Harz beschrieben worden sind, als *A. (L.) pigra* Barr. bezeichnet werden. Es scheint überhaupt, daß, abgesehen von den beiden Arten *A. (C.?) Selcana* und *A. (L.) Harborti*, noch kein *Acidaspis*-Rest im Harz aufgefunden worden ist, der von *A. (L.) pigra* mit einiger Sicherheit abgetrennt werden könnte.

Infolge dieser Gleichsetzung kommt Barrande's Artbezeichnung mit den älteren von A. Roemer und Giebel in Wettbewerb. Die Wiederherstellung dieser älteren Bezeichnungen verbietet sich aber durch ihre ungenügende Begründung und Abgrenzung, ihre mehrsinnige Benützung und den Verlust, bezw. den Zustand der Urstücke.

2. ***Acidaspis (Leonaspis)*** ex aff. ***Harborti*** Rud. Richter 1909.

Aus den Knollenkalken des Oberdevons von Oberscheld gewannen wir neuerdings eine Art (wohl die jüngste der Familie), welche Merkmale von *A. (L.) Harborti* besitzt, der eigenartigen Form des Harzer Iberger Kalkes. Hieraus kann sich ein neuer Anhalt für das in Frage gestellte oberdevonische Alter dieser Art und ihres Lagers ergeben.

3. ***Acidaspis (Ceratocephala?) Selcana*** A. Roemer 1854.

In dieser Art liegt nach den zurzeit allein erreichbaren Abbildungen ein Vertreter der Miraspinae vor, der einzige des Harzes. Die Lage der Augen läßt vermuten, daß vollständige Funde der Art einen Platz bei *Ceratocephala* anweisen werden. — Scheerenstieg, Harz.

4. ***Acidaspis (Ceratocephala?) Sandbergeri*** n. sp.
Textfig. 8.

Das Urstück der Brüder Sandberger (1850/56, Taf. II Fig. 5 a und b) zu „*Odontopleura*, Fragmenta speciei incertae (? novae)", das dank dem Entgegenkommen des Wiesbadener Naturhistorischen Museums vorliegt, ließ zu unserer Überraschung einige sehr bestimmte Züge erkennen, die der Untergattung *Ceratocephala* eigentümlich sind, so vor allem die Verbreiterung des Kopfschildes

---

erwartet, bezeichnet auch hier *Basidechenella* den älteren Abschnitt der Lebensdauer des Genus *Dechenella*: *D. (B.)* cf. *Kayseri* Rud. Richter entstammt den *Speciosus*-Schichten und *D. (B.)* sp. sogar schon den Rammelsberg-Schichten der Gegend der Schalker Teiche.

nach vorn. Es fehlt freilich eine hintere Augenleiste, und das Auge ist (großenteils aber durch Verdrückung) nach hinten verschoben.

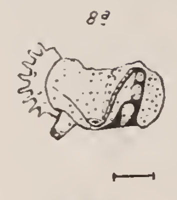




Fig. 8. *Acidaspis (Ceratocephala?) Sandbergeri* n. sp. 3½. Stringocephalenkalk, Villmar. (Naturhistorisches Museum, Wiesbaden.)

a Ansicht von der Nackengegend her,
b Stirnansicht.

Das Auftauchen einer sich an *Ceratocephala* anschließenden Form im Villmarer Stringocephalenkalk (Nassau) ist bemerkenswert, da bisher als ihr letzter Vertreter *A. (C.) vesiculosa* Beyr. aus den Mnenianer, Greifensteiner und G_1-Kalken gelten mußte.

5. *Acidaspis (Radiaspis) radiata* Goldfuß 1843. Textfig. 9—10.

Das absonderliche und schöne Schwanzschild, auf das diese Art begründet ist, wurde in den verschiedensten Gegenden Europas entdeckt, blieb aber fast überall eine Seltenheit ersten Ranges. Goldfuss beschrieb diesen Schwanz aus dem Mitteldevon der Eifel, Barrande aus dem Obersilur und dem Mnenianer Kalk von Böhmen, Whidborne *(A. pilata)* aus dem oberen Mitteldevon Englands und Beyer aus dem Stringocephalenkalk von Haina. Im Jahre 1909[1] beschäftigten wir uns damit und schlossen folgende Bemerkungen daran:

„Wie durch ein Verhängnis ist in allen fünf Gegenden die Art bisher nur als loses Pygidium bekannt geworden“. [Von dem übrigen Panzer und namentlich vom Kopf war keine Vorstellung zu gewinnen. Denn auch Beyrich's (p. 23) und Barrande's Vermutung, mit der von Goldfuss als *dentata* beschriebenen Wange auf der Spur nach dem *radiata*-Kopf zu sein, ist irrig: *dentata* ist nichts anderes als die Wange von *A. (L.) elliptica*.] „Es ist aber folgendes zu bedenken. Als zweite englische Art ist bisher nur noch *A. Robertsii* Whidb. ermittelt worden, und zwar nur als loser Kopf. Und dieser stammt von derselben Fundstelle wie der lose Schwanz *A. pilata* = *radiata*. Ist schon dadurch die Wahrscheinlichkeit ihrer Zusammengehörig-

[1] Beitr. zur Kenntnis dev. Trilobiten aus dem Rhein. Schiefergeb. Diss. Marburg.

keit gegeben, so wird sie durch eine zweite Erwägung noch größer. Ein dem englischen ganz entsprechender Kopf findet sich nämlich in Böhmen. Die Unterschiede beider, die auch WHIDBORNE als sehr gering zugeben muß, würden kaum als Spielartabweichungen zu bewerten sein. Und auch dieser Kopf, von BARRANDE *A. lacerata*

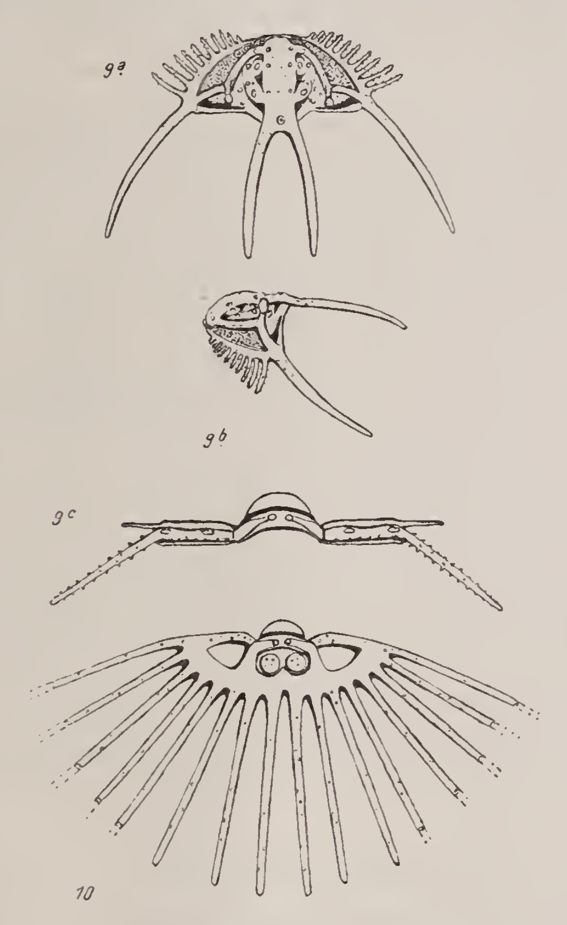


Fig. 9–10. *Acidaspis (Radiaspis) radiata* GOLDF. Etwa 2½. Obere *Calceola*-Stufe, Gees bei Gerolstein.

Fig. 9. Stück No. 106c der Sammlung des Senckenbergischen Museums. Frankfurt a. M. (mit kleinen Ergänzungen nach anderen Stücken derselben Sammlung).

a Aufsicht und b Seitenansicht des Kopfes, c Rumpfglied.

„ 10. Schwanzschild, z. T. spiegelbildlich ergänzt, Gelenkschuppe und 1. Spindelring nach einem Bonner Stück eingetragen.

Senckenbergisches Museum (Sammlung RICHTER).

genannt, ist nur lose und ebenfalls zusammen mit *A. radiata* im Mnenianer Kalk gefunden worden. Überdies steht auch *A. lacerata* (Barrande: „nous ne connaissons aucune forme analogue") unter den Köpfen so allein da, wie *A. radiata* unter den Schwänzen.

Man darf deshalb vermuten, daß *A. lacerata* und *Robertsii* nur die Köpfe von *A. radiata (= pilata)* darstellen. Der Auffindung eines entsprechenden Kopfes in der Eifel muß deshalb mit Spannung entgegengesehen werden".

Diese Frage hat nun endlich ihre Lösung gefunden. Es gelang in der Tat, einen unserer Vorstellung entsprechenden Kopf in der Begleitung der Eifler *radiata*-Schwänze festzustellen, und schließlich konnten vollständige, prächtige Panzer dieses so lange rätselhaft gebliebenen Trilobiten gewonnen werden, die den Zusammenhang von jenen Köpfen und Schwänzen beweisen. Diese Funde bestätigen unsere Erwartungen vollkommen: Der Kopf zeigt vom Gesamtplan bis zu den Einzelheiten des Schalenschmuckes den Bau, den wir aus obigen Schlüssen abgeleitet und vorausgesagt haben.

Einer späteren, durch Tiefensichten und Einzelfiguren unterstützten Beschreibung schicken wir hier einige kurze Bemerkungen und die Strichzeichnungen Fig. 9—10 voraus.

Was das Kopfschild anlangt, so können Barrande's Ausführungen über *A. lacerata* fast Wort für Wort auf die Eifler *A. (R.) radiata* angewendet werden, wenn man nur folgende Abweichungen beachtet: Bei *radiata* verbreitert sich das Innere Dreieck der Festen Wange nach hinten keulenförmig und trägt zwei nebeneinanderliegende Knötchen — die Wangenhörner sind nach hinten gerichtet und einwärts gekrümmt —, eine starke Leiste läuft vom Auge diagonal über die Wange bis an die Wurzel des Wangenhornes und dämmt zwischen sich und dem hinteren Saumwulst ein ansehnliches Feld der Festen Wange ein — die Schale ist gekörnelt. Nackenhorn und Auge sind bei *lacerata* noch nicht vollständig bekannt.

Der Rumpf hat 9 Glieder mit doppeltem Schienenstachel und eigenartigem Spindelschmuck. Für den Schwanz gilt unsere Beschreibung von 1909.

Mit der Auffindung dieses Kopfes und dem Nachweis seiner Zugehörigkeit zu dem Eifler *radiata*-Schwanz bestätigt sich auch unser Schluß, daß *A. lacerata* als Kopf zu dem böhmischen Schwanze gehört, den Barrande als *radiata* bestimmt und beschrieben hat, und ebenso, daß *A. Robertsii* der Kopf von *A. pilata* ist, mit welcher Möglichkeit ja auch Whidborne schon rechnen mußte.

Nicht ganz so sicher ist es, ob die böhmische Form nun als *A. lacerata* Barr. und die englische als *A. Robertsii* Whidb. neben

dem Eifler Typus *A. radiata* GOLDF. selbständig weiterbestehen dürfen. Bei ihrem räumlichen und zeitlichen Abstande wäre dies zu erwarten, aber erst die Untersuchung der Urstücke kann darüber entscheiden. Jedenfalls sind die Unterschiede, die WHIDBORNE für seine Form gegenüber der Eifler geltend macht, unerheblich, obwohl sie im Vergleich mit den ihm bekannten Abbildungen durchaus vorhanden sind. Das mahnt auch zu vorsichtiger Bewertung jener Unterschiede, die wir zwischen der Eifler und der böhmischen Form nach BARRANDE's Text und Abbildungen oben aufgezählt haben.

Um so augenfälliger wird die enge Zusammengehörigkeit dieser radiaten Acidaspiden und ihre Übereinstimmung in allen Zügen des Panzerbaues bis hinab zu den beiden Knötchenreihen der Glatze. Wir bezeichnen diesen scharf umrissenen Formenkreis als *Radiaspis* nov. subgen. *Radiaspis* gehört in die Reihe der Miraspinae und ist gekennzeichnet durch den Besitz eines mit einer hinteren Augenleiste versehenen *Miraspis*-Kopfes und einen Schwanz, der 16 gleichwertige Stacheln trägt und seinen zweiten Spindelring in zwei Halbkugeln auflöst.

Vorkommen und Lebensweise: Die zusammenhängenden Panzer entstammen sämtlich den oberen *Calceola*-Mergeln von Gees, die uns in Gestalt von *Acidaspis (Leonaspis) elliptica* und *aries*, *Lichas (Ceratarges) armatus* und *L. (Eifliarges) caudimirus*, *Cyphaspis ceratophthalmus* und *hydrocephala*, *Tropidocoryphe Barroisi* und *Thysanopeltis acanthopeltis* eine Trilobitengesellschaft von böhmischem Gepräge geliefert haben. Alle diese Trilobiten streben ausgesprochen nach Verbreiterung ihrer Körperoberfläche, *Tropidocoryphe* durch dünnplattige Ausbreitung von Kopf und Schwanz, die übrigen durch absonderliche Stachelbildungen. Auch die begleitenden Arten der im allgemeinen die sandig-schieferige Fazies bevorzugenden Gattung *Cryphaeus*, *Cr. stellifer* und *punctatus*, übertreffen die meisten ihrer sonstigen Gattungsgenossen an Länge und Spreizung von Schwanz- und Kopfanhängen und schließen sich dadurch der Tracht der Geeser Vergesellschaftung an.

Wir haben uns früher dagegen gewehrt, in dem verbreiterten Trilobiten-Schwanz ein bewegendes Ruder zu erblicken und in den Stacheln Mittel zum Aufhängen an den durchbrochenen Meniskus. Wir betonten, daß Stacheln gerade umgekehrt einem solchen Durchbrechen des Wasserspiegels entgegenwirken müssen, ohne jedoch nun wieder unsererseits in dem Schutzbedürfnis gegen ein unfreiwilliges Emportauchen die formbestimmende Ursache der Trilobitenstacheln zu sehen. Größere Trilobiten werden ihrer nicht bedurft haben, und gerade die *Protaspis*-Larve, die dem Emporschleudern aus dem Meere am meisten ausgesetzt war (falls sie sich nicht, wie deshalb wahrscheinlich, überhaupt von der Oberfläche entfernt hielt), zeigt eine geringere Bestachelung als die Erwachsenen.

Dagegen haben wir wiederholt hervorgehoben, daß solche Körperauswüchse als Schwebeeinrichtungen das beinrudernde Schwimmen innerhalb des Wassers erleichtern mußten, und vermutlich machten *Acidaspis* und *Lichas* ausgiebig davon Gebrauch. Im Gegensatz aber zu diesen beiden Gattungen werden *Cryphaeus* und *Cyphaspis* auch bei Gees so häufig eingerollt gefunden, daß man annehmen möchte, sie hätten sich, so sehr der hohe Formwiderstand ihre „rudernde" Bewegung begünstigte, dabei doch weniger hoch und weniger lange vom Boden entfernt. Es drängt sich die Vorstellung auf, daß sie bei jeder Beunruhigung ruckartig zusammenklappten und sich auf den weichen Schlammgrund niedersinken ließen.

Dabei haben die Stacheln augenscheinlich auch die Rolle eines Schutzmittels gespielt und die Wirkung des doch selbst als Schutz bestimmten Panzers erhöht. Wir werden demnächst auf einige Cassiden-Larven hinweisen, welche geradezu die Tracht von *Miraspis* mit ihren gefiederten Stacheln wiederholen, obwohl sie an der Luft leben; ihr übriges Verhalten (Maskierung durch Kot und Exuvien) läßt die Erklärung für ihre Körperform nur im Schutzbedürfnis suchen. Der Hinweis auf die Möglichkeit solcher „Scheinkonvergenzen" der äußeren Form bei ganz verschiedener Lebensweise soll zur Vorsicht bei der Deutung der Arthropodenanhänge mahnen, soll jedoch nicht dazu führen, sie als biologisch besaglos abzutun und auf Erklärungsversuche zu verzichten.

Personalia.

Ernannt: a. o. Prof. Dr. R. Wedekind zum ord. Professor der Geologie und Paläontologie und zum Direktor des geolog.-paläontol. Instituts in Marburg a. L., Hessen.

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Xanthosiderit von Schendlegg.

Ein Beitrag zur Kenntnis der Bildung von braunem Glaskopf.

Von **H. Leitmeier** und **M. Goldschlag**.

Mit 1 Textfigur.

Am Fuße der Raxalpe in Niederösterreich, in der Nähe der steirischen Grenze, befindet sich eine Reihe von Eisenerzlagerstätten, von denen einige zu Bergbaubetrieben geführt haben. Sie sind übersichtlich zusammengestellt in einer Studie von K. A. Redlich[1].

Die wichtigsten Erze und Mineralvorkommen dieser Lagerstätten haben V. v. Zepharovich[2] in seinem Lexikon der Minerale Österreichs und A. Sigmund[3] beschrieben. Es sind Sideritlagerstätten, die mehr oder weniger Kupferkies führen.

Bei einem Besuche einer dieser Lagerstätten, der von Schendlegg bei Peyerbach—Reichenau, wurde in den Stollen die Neubildung eines Eisenhydroxydes beobachtet. An mehreren Stellen der Stollen bildeten sich an abgeschrägten Wänden, die von Grubenwässern überrieselt wurden, rotbraune, schmierige Absätze kolloider Natur. Limonit wurde von dieser Lagerstätte auch von Zepharovich und Sigmund angeführt.

Es konnten einige dieser eben zum Absatze gelangten Bildungen, die noch nicht verfestigt waren, zur näheren Untersuchung entnommen werden.

Das Hydroxyd wurde nun ca. 4 Wochen in der trockenen Laboratoriumsluft bei Zimmertemperatur liegen gelassen und nun erst untersucht.

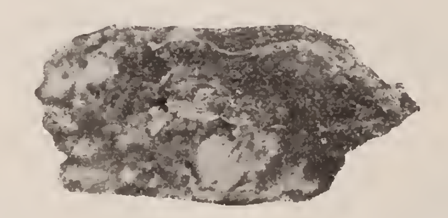
Im trockenen Zustand bildete das Mineral, wie die umstehende Figur zeigt, Rinden von konzentrisch-schaliger Struktur über dem Gesteine. Die Farbe war braun; die Oberflächenbeschaffenheit war stellenweise etwas ockerig. Nirgends zeigte sich metallischer Glanz. Der Strich war von gelbbrauner Farbe.

[1] K. A. Redlich, Bergbaue Steiermarks. VIII: Der Eisensteinbergbau der Umgebung von Peyerbach—Reichenau (Niederösterreich).

[2] V. v. Zepharovich — F. Becke. Mineralog. Lexikon für das Kaisertum Österreich. I—III.

[3] A. Sigmund. Verzeichnis der Min. Niederösterreichs. Wien 1902.

Das Mineral war in verdünnter Salzsäure beim Erhitzen leicht löslich und hinterließ keinen merklichen Rückstand. Durch qualitative Untersuchung konnte nur Eisen als einziges Metall gefunden werden. Eine Probe auf Kupfer verlief negativ. Bei der Bildung dieses Eisenhydroxydes war Kupfer entweder nicht in der Lösung oder es wurde bei der Koagulation bezw. Ausfällung nicht mitgefällt oder mitgerissen.



Die Bestimmung des Wassergehaltes ergab:

$$19{,}70\ \%\ H_2O \quad (I)$$
$$(80{,}30\ \text{"}\ Fe_2O_3)$$

Von dieser Wassermenge entwichen bei 100° 8,16 %; bei dieser Temperatur hat unser Mineral daher die Zusammensetzung:

$$12{,}62\ \%\ H_2O$$
$$(87{,}38\ \text{"}\ Fe_2O_3)$$

Über H_2SO_4 entwichen 3,93 % H_2O. Über Schwefelsäure getrocknet hatte das Eisenhydroxyd die Zusammensetzung:

$$16{,}41\ \%\ H_2O$$
$$(83{,}59\ \text{"}\ Fe_2O_3)$$

In den Zahlen der Analyse I verhält sich $H_2O : Fe_2O_3 = 1{,}093 : 0{,}503$, also nahezu 2 : 1. Das Eisenhydroxyd von Schendlegg entspricht daher der Formel:

$$Fe_2O_3 \cdot 2H_2O.$$

Es liegt also ein Hydroxyd vor, das mit dem Namen Xanthosiderit bezeichnet wurde.

Die Berechnung des bei 100° und des über Schwefelsäure getrockneten Minerales führten zu keinen stöchiometrischen Verhältnissen. Es läßt sich somit über die Art der Wasserbindung, wie gewöhnlich bei Limonitmineralien, nichts aussagen.

Die Untersuchung u. d. M. ergab in dünnen Blättchen braungelbe amorphe Massen unbestimmter Umrißformen, die auch bei starker Vergrößerung keine Kornstruktur zeigten.

Nach zwei Jahren wurde diese Eisenhydroxydbildung abermals untersucht. Die quantitative Analyse ergab:

80,02 %	Fe_2O_3	(II)
19,11 „	H_2O	
0,47 „	SiO_2	
99,60		

Diese Analyse zeigt, daß sich das Mineral in chemischer Hinsicht nicht merklich verändert hat; der Wassergehalt ist der gleiche geblieben.

Anders verhielten sich die physikalischen Eigenschaften. Der größte Teil des Minerales war dunkelbraun (schwarzbraun) gefärbt und oberflächlich metallisch glänzend geworden. Der Strich, der früher gelbbraun gefärbt war, war nun dunkelbraun, dem des kristallisierten Limonit (Glaskopf) entsprechend. U. d. M. zeigte sich der weitaus größte Teil des Minerales schwarzbraun bis dunkelbraun, nur in sehr feinen Blättchen durchscheinend: sie besaßen aber deutlich körnige Struktur. Das Mineral war kristallin geworden.

Daneben waren aber ab und zu noch kleine Partien lichten braunen durchscheinenden Hydroxyds, das noch amorph war, wenn auch dunkler gefärbt als die gesamte amorphe Masse vor zwei Jahren. Auch waren die einzelnen Schichten viel spröder und härter als früher.

Nach Untersuchungen von C. DOELTER [1] hat der künstliche — z. B. aus Ferrosulfat und Kalilauge erhaltene — Eisenhydroxyd-Niederschlag starke Tendenz, in den kristallisierten Zustand überzugehen. Nach 88 Tagen wurde ein derartiger, auf der Schüttelmaschine behandelter Niederschlag kristallin; es hatte sich ein Gemenge von vorwiegend Goethit mit etwas Eisenglanz und scheinbar noch amorphe Substanz gebildet.

Wenn man nach C. DOELTER gelatinösen Eisenoxydhydrat-Niederschlag auf dem Wasserbade einige Tage erwärmt, erhält man schwarze Kristalle von $Fe_2O_3 . H_2O$ — also Goethit. Nach Untersuchungen von DOELTER's Schüler D. MARINKOVIČ [2] tritt bei anhaltendem Erhitzen auch vollständige Wasserentziehung ein, und es bildet sich das reine Oxyd, also Hämatit.

Von den in der Natur auftretenden festen Eisenhydroxyden ist, soweit bis jetzt bekannt, der Xanthosiderit das wasserreichste Hydrat. F. CORNU und H. LEITMEIER [3] haben folgende Dehydrationsreihe in der Eisenhydroxydgruppe aufgestellt:

---

[1] C. DOELTER, Über die Umwandlung amorpher Körper in kristallinische. Zeitschr. f. Chem. u. Industr. d. Kolloide. 7. 29. 1910.

[2] Unveröffentlicht; zitiert nach C. DOELTER, l. c.

[3] F. CORNU und H. LEITMEIER, Über analoge Beziehungen zwischen den Mineralien der Opal-, Chalcedon-, der Stilpnosiderit-, Hämatit- und Psilomelanreihe. Zeitschr. f. Chem. u. Ind. d. Kolloide. 4. 285. 1909.

Als Limonit zusammengefaßt				
	Stilpnosiderit	$3 Fe_2O_3 + n H_2O$	amorph.
	Xanthosiderit	$Fe_2O_3 + 2 H_2O$	Grenzphase.
	Brauner Glaskopf	$3 Fe_2O_3 + 2 H_2O$	kristallisiert.
	Hydrohämatit	$Fe_2O_3 + H_2O$	(dem Goethit entsprechend)
	Roter Glaskopf	Fe_2O_3	faserige Ausbildung des Hämatites.

Die Grenzphase amorph-kristallin stellt der Xanthosiderit, der Belonites inferior A. Breithaupt's, dar; er entspricht in der ähnlichen Reihe der Kieselsäuremineralien dem Kacholong; wie es einen Kacholongopal gibt, der amorph ist und die Eigenschaften des Opales besitzt, und einen Chalcedon-Kacholong, der die Eigenschaften des Chalcedons[1] besitzt, so gibt es einen amorphen Xanthosiderit, der dem Stilpnosiderit nahesteht, und einen kristallinen, der dem Glaskopf nahesteht. Nur sind die Verhältnisse insoferne verschieden, als der braune Glaskopf ein Hydrat ist, der Chalcedon aber nur adsorptiv gebundenes Wasser enthält. Auch befindet sich in der Eisenhydroxydreihe noch ein kristallines Hydrat, der Goethit, dessen Stellung erst näher erforscht werden muß, dem aber ebenfalls ein Gel entspricht: die Pseudomorphosen Limonit nach Pyrit. Es gibt sonach also Stilpnosiderite, die die Zusammensetzung des Goethits haben.

Das vorliegende Eisenhydroxyd entspricht der Grenzphase in dieser Reihe, dem Xanthosiderit. In der Lagerstätte von Schendlegg hat sich aus kolloiden Eisenlösungen das Hydroxyd koaguliert oder ist in Form kolloider Niederschläge ausgeschieden worden und hat an dem Gestein Überzüge gebildet. Diese Überzüge waren, als sie aus der Grube genommen wurden, noch nicht vollständig fest, stellten damals Eisenhydroxyd dar, das noch reichlich Wasser adsorbiert hatte. Entsprechend der Dampftension der Umgebung stellte sich dann ein kolloides Stadium ein, das aber schon einem Hydrat entsprach, und zwar dem Xanthosiderit: dies zeigt die erste Analyse (I), die nach mehrwöchigem Stehen an Zimmerluft ausgeführt worden war. U. d. M. erwies sich damals das Mineral als in dünnen Blättchen braungelb gefärbt und war amorph.

Nach 2jährigem Liegenlassen im Zimmer bei gleichbleibender Zimmertemperatur hatte sich der Wassergehalt nicht geändert, aber das Mineral hatte deutlich kristallinische Struktur angenommen. Es hatte das Mineral somit während dieser Zeit die Grenzphase überschritten und war in Richtung auf braunen Glaskopf hin verändert worden.

Wenn der Name brauner Glaskopf gebraucht wird, so wird damit der faserige, stets kristallisierte Limonit gemeint, der diesen

[1] H. Leitmeier, Beiträge zur Kenntnis des Verhältnisses von Opal, Chalcedon und Quarz. Dies. Centralbl. 1908. 632.

Namen gewöhnlich nur dann trägt, wenn er in größerer kompakter Masse auftritt. Es soll damit eben nur der Gegensatz zum nichtkristallinen Limonit, dem Stilpnosiderit, hervorgehoben werden, ebenso wie der Name roter Glaskopf für den faserigen Hämatit gebraucht wird. Der Xanthosiderit von Scheudlegg ähnelt auch äußerlich, wie das vorstehende Bild zeigt, dem braunen Glaskopf, nur fehlt noch die radialfaserige Struktur. In der allmählichen Entwicklung vom Stilpnosiderit zum braunen Glaskopf, oder vom amorphen Xanthosiderit zum braunen Glaskopf, scheint die Bildung der letzten Stufe aus dem bereits kristallisierten Hydrat die meiste Zeit zu beanspruchen.

Die vorstehende Dehydrationsreihe soll aber nicht so gedeutet werden, daß sich stets der braune Glaskopf aus dem Stilpnosiderit nur über den Xanthosiderit bildet. Gleichwie sich der Chalcedon auch direkt aus dem Opal bildet, entsteht auch aus Stilpnosiderit direkt der braune Glaskopf; der letztere Weg scheint sogar der weit häufigere zu sein und Xanthosideritvorkommen scheinen recht selten zu sein; wenigstens haben wir in der Literatur sehr wenig Vorkommen angeführt. Allerdings ist es sehr leicht möglich, daß Xanthosiderite mit Limoniten verwechselt wurden, eine Verwechslung, die bei der großen Ähnlichkeit in den äußeren Erscheinungsformen dieser beiden Eisenhydroxydmineralien sehr leicht erklärlich scheint.

Mineralogisches Institut der Universität Wien.

Studien über Kontaktmetamorphose in Niederländ.-Ostindien.

Von **H. A. Brouwer** in Delft.

Mit 1 Textfigur.

II. Die Granitkontakte bei Pamusian am Flusse Sinamar (Westküste von Sumatra).

Geologisches.

In der Nähe des Ortes Pamusian am linken Ufer des Flusses Sinamar (linker Nebenfluß des Kwantan oder Fluß von Indragiri) sind an beiden Uferwänden Kontakte von Graniten mit verschiedenen sedimentären Gesteinen deutlich sichtbar. Der Ort Pamusian kann auf verschiedenen Fußpfaden von der Straße Pajacombo-Bua, z. B. vom Orte Halaban aus, erreicht werden. Man passiert den Sinamar-Fluß über eine sehr primitive schaukelnde Rottangbrücke; sehr nahe stromab von dieser Brücke können an der linken Uferwand Kontakte von Granit mit kalkreichen und kieselreichen Gesteinen bei nicht zu hohem Wasserstande sehr gut studiert werden, während besonders an der rechten Uferwand im Kontakt mit den Graniten

dunkle Hornfelse vorkommen, die in der Nähe der Granite durch einen Feldspatgehalt gekennzeichnet sind. Nur die letztgenannten Hornfelse wurden schon von Verbeek[1] erwähnt.

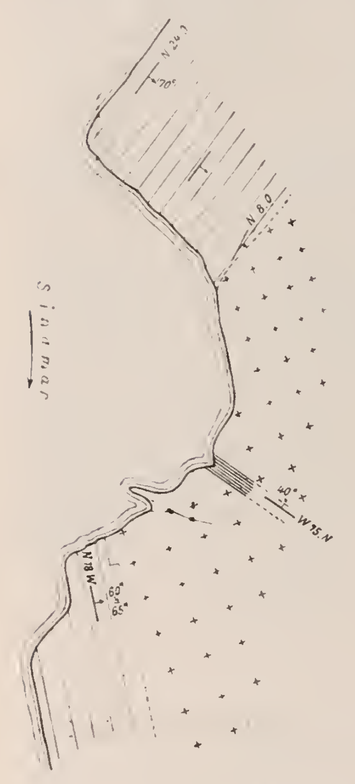


Fig. 1. Die Granitkontakte an der linken Uferwand des Sinamar (1 : 800). Oben mit NNO-Streichen die zum Teil verkieselten mergeligen Gesteine, unten mit NNW-Streichen die Hornfelse. In der Mitte der Figur sieht man Schollen von Hornfels in Granit.

An der linken Uferwand des Sinamar ist stromab und ganz in der Nähe der Rottangbrücke bei normalem Wasserstand ein Schichtenkomplex mit nord-nordöstlichem Streichen und einem Einfallen von etwa 70° nach OSO sichtbar, in dem die härteren Schichten weggewaschen sind. Sie sehen zum Teil aus wie verkieselte mergelige Gesteine; mikroskopisch erkennt man neben Calcit oft auch sehr viel Quarz und Epidot. Durch das Vorkommen von hellgefärbten, runden oder ellipsförmigen Durchschnitten sehen diese Gesteine den permischen Crinoidenkalksteinen und -mergeln von Timor oft sehr ähnlich.

Etwas weiter stromab sind hellgefärbte Kalksteine mit Granat und Vesuvian in direktem Kontakt mit Graniten sichtbar: auch Hornfelse kommen ganz in der Nähe vor; noch weiter stromab bilden Granite die linke Uferwand, und in diesen Graniten sind an einzelnen Stellen Schollen von zu Hornfels umgewandelten Gesteinen eingeschlossen. Einige Meter weiter stromab kommen die Granite in direktem Kontakt mit metamorphen kieseligen Sedimenten mit Streichen N 18 W und Fallen 60° ONO vor. Die metamorphen Gesteine haben ein gestreiftes Aussehen, indem heller und dunkler gefärbte Bänder von verschiedener Farbe miteinander wechseln, sie sind makroskopisch dicht bis feinkristallin; dunkel gefärbte, feinkristalline biotitreiche Hornfelse kommen gleichfalls vor.

Weiter stromab von diesen Gesteinen, die beim am weitesten stromauf gelegenen Hause des Ortes Pamusian vorkommen, wurden

---

[1] R. D. M. Verbeek. Topographische en Geologische Beschryving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Blz. 160. 179. Batavia 1883.

auch noch an einzelnen Stellen Granit und metamorphe kieselige Gesteine (mit Streichen N 18 O, Fallen 38° OSO) als feste Gesteine beobachtet, während bei der ersten Biegung des Flusses nach rechts Granit in Felsen aus dem Wasser hervorragt und an der linken Uferwand, ganz in der Nähe, weiße grobkristalline Kalksteine wahrgenommen wurden. Diese Granite sind mehr oder weniger verwittert und enthalten harte unverwitterte Kugeln, ein Kennzeichen, das diese Gesteine oft auch an anderen Stellen im Padangschen Hochlande zeigen.

Am rechten Ufer des Sinamar bildet Granit bei der Rottangbrücke eine steile Wand. Weiter stromab liegen zahllose große abgestürzte Blöcke von dunklem feinkristallinem Hornfels umher; einige Blöcke bestehen zum Teil aus Granit, auch unregelmäßig verlaufende Granitapophysen kommen in den Hornfelsen vor. An einigen Stellen wurden die Granite und Hornfelse auch anstehend am rechten Ufer wahrgenommen. Die Hornfelse sind hier gekennzeichnet durch ihren Feldspatgehalt in der Nähe der Granite. Feldspathornfelse wurden schon früher von mir am Kontakt der Rokangranite[1] beschrieben, aber der Charakter der Metamorphose bei Pamusian, wo Granit und dunkler Hornfels scharf voneinander geschieden vorkommen, ist anderer Art, wie hierunter näher erläutert werden soll.

Hierunter werden nacheinander beschrieben werden:

1. Die Granite.
2. Die zum Teil verkieselten mergeligen Gesteine (in der Nähe der Rottangbrücke).
3. Die metamorphen Kalksteine.
4. Die Hornfelse.

Die Granite.

Die an verschiedenen Stellen gesammelten granitischen Gesteine sind einander makroskopisch sehr ähnlich. Es sind mittelkörnige Gesteine, zum Teil mit rötlichen Feldspaten, die oft Biotit als einzigen oder vorherrschenden dunklen Gemengteil enthalten. In anderen Gesteinen bestehen die dunklen Mineralien hauptsächlich aus Amphibol. In einigen Gesteinen wurde mikroskopisch ziemlich viel Orthit wahrgenommen.

Die Granite an der rechten Uferwand, die zum Teil am Kontakt mit den feldspathaltigen Hornfelsen gesammelt wurden, sind aus den folgenden Mineralien zusammengesetzt: Mikroklin, Orthoklas, saurer Plagioklas, Quarz, Biotit, Apatit, Zirkon und Eisenerz; Amphibol, Orthit und Pistazit wurden nur in einem Teil, nicht in allen untersuchten Gesteinen wahrgenommen. Muscovit

[1] H. A. Brouwer, Über einen Granitkontakthof in Mittel-Sumatra. Geol. Rundschau, Bd. V. Blz. 551. 1915.

kommt spärlich neben Biotit vor in den Granitapophysen in den angrenzenden Hornfelsen.

Die Gesteine gehören also zum Teil zu den Granititen, zum Teil zu den Amphibolgranititen.

Der Mikroklin zeigt häufig die bekannte Gitterstruktur, es ist aber hervorzuheben, daß diese Struktur oft nur unvollkommen ausgebildet ist. Oft zeigen die Kristalle nur zum Teil die Zwillingsbildung nach zwei Systemen, zum Teil ist gar keine Zwillingsbildung entwickelt, oder ein System von Lamellen herrscht besonders vor. Die nicht verzwillingten Teile sind von dem neben Mikroklin auftretenden Orthoklase nicht zu unterscheiden. Eine perthitische Verwachsung von Mikroklin und Orthoklas mit Albit kommt häufig vor. Der Albit ist in den perthitischen Verwachsungen sehr untergeordnet, und manchmal ist keine polysynthetische Zwillingsbildung in dem Albit der Perthite sichtbar.

Die Plagioklase zeigen fast immer sehr geringe Auslöschungsschiefe und sehr schmale polysynthetische Zwillingslamellen, zum allergrößten Teil sind sie wohl nicht basischer wie Oligoklas. Sie sind oft gekennzeichnet durch eine anfangende Sericitisierung, die dem Kalifeldspat meistens ganz fehlt. Ein schwach zonarer Bau kommt vor.

Der Quarz kommt in den meisten Gesteinen nur in gesonderten Kristallen zwischen den Feldspaten vor, in den Apophysen des Granits in den angrenzenden Hornfelsen sind aber granophyrische Verwachsungen häufig.

In den Gesteinen aus der Nähe des Kontaktes mit den Hornfelsen, die von mir untersucht wurden, wurde nur Biotit als dunkler Bestandteil wahrgenommen, die Kristalle sind meistens ganz frisch und stark pleochroitisch von dunkelbraun bis hellgelb. In anderen Gesteinen ist der Biotit zum Teil in Chlorit umgewandelt, und in einem Gestein, das in einer Entfernung von 2½ m vom Kontakt mit den Hornfelsen gesammelt wurde, kommt neben Chlorit als Umwandlungsprodukt auch etwas mikroskopisch farbloser und stark doppelbrechender Epidot vor. Daß Biotit und Feldspat zum Teil gleichzeitig kristallisierten, beweist eine Art granophyrische Verwachsung der beiden Mineralien, wo isolierte, gleichzeitig auslöschende Fragmente eines Biotitkristalls ganz von einem Kristall von Mikroklinmikroperthit umschlossen sind.

Der Amphibol findet sich neben Biotit in anstehenden Gesteinen an der rechten Uferwand, etwas stromab von den vorigen. Seine Farbe ist grün, Zwillinge nach (100) kommen vor, Auslöschungsschiefen bis 21° wurden wahrgenommen.

Der Orthit kommt in den Amphibolgranititen vor, die Kristalle sind oft schön idiomorph ausgebildet und prismatisch gestreckt nach der vertikalen Achse. Zwillinge nach (100) kommen vor. Eine deutliche Spaltung wurde nicht wahrgenommen, die Kristalle

zeigen oft einen deutlichen zonaren Bau mit abwechselnden dunkler und heller braun oder rotbraun gefärbten Zonen. Die Doppelbrechung ist ziemlich schwach, die Achse der größten Elastizität liegt der kristallographischen c-Achse am nächsten, Auslöschungsschiefen bis 35^{0} wurden gemessen, und eine zonar wechselnde Auslöschung mit geringem Unterschied der Auslöschungsschiefen wurde beobachtet. Die Kristalle sind pleochroitisch in dunkelbraunen und hellgelbbraunen Farben. Der Orthit ist oft mit Biotit verwachsen.

Der Zirkon bildet mikroskopisch farblose, oft schön idiomorph ausgebildete Kriställchen und wird, wie der Apatit und das Eisenerz, oft vom Biotit umschlossen.

Wo diese granitischen Gesteine in Berührung mit Hornfels vorkommen, zeigen sie am direkten Kontakt keine nennenswerten Änderungen der Struktur oder mineralogischen Zusammensetzung. Örtlich wurde ein etwas feineres Korn und eine Anreicherung an Quarz am direkten Kontakt wahrgenommen, aber auch dann verläuft die Grenze zwischen beiden Gesteinsarten sehr scharf.

Die Granite an der linken Uferwand wurden von verschiedenen Stellen mikroskopisch untersucht. Einen abweichenden Charakter besitzen hier die Gesteine nahe dem Kontakt mit den granat- und vesuvianhaltigen metamorphen Kalksteinen, denn in diesen Graniten ist Amphibol fast der alleinige dunkle Bestandteil. Die übrigen Gesteine stimmen mit denen der rechten Uferwand überein. In der Nähe der weißen grobkristallinen Kalksteine, stromab von dem Orte Pamusian an der ersten Biegung des Flusses nach rechts, enthalten die Granite — auch die der harten Kugeln in den verwitterten Gesteinen — Orthit, während neben braunem auch etwas grüner Biotit in paralleler Verwachsung miteinander wahrgenommen wurde. Die schon oben erwähnte Art granophyrischer Verwachsung von Feldspat mit eingeschlossenem Biotit wurde auch hier beobachtet.

Die Granite mit eingeschlossenen Schollen von Hornfels enthalten wieder Biotit als dunklen Bestandteil, ausnahmsweise kommt auch etwas Muscovit vor. Die Feldspate sind denen der oben beschriebenen Gesteine von der rechten Uferwand ähnlich.

Die amphibolreichen Gesteine am Kontakt mit den granat- und vesuvianhaltigen Kalksteinen zeigen mikroskopisch eine deutliche porphyrische Struktur mit großen Einsprenglingen von Orthoklas- und Mikroklinmikroperthit. Der Amphibol ist stark pleochroitisch mit

$$\mathfrak{c} \;\underline{+}= \;\mathfrak{b} \;>\; \mathfrak{a}$$

dunkelgrün (bis bläulich oder bräunlichgrün) > hellbräunlich oder grünlichgelb.

Auslöschungen bis 20^{0} wurden beobachtet.

Biotit kommt nur in geringer Menge vor in diesen Gesteinen, und einige kleine Kristalle, deren bestimmbare Eigenschaften mit denen von Orthit übereinstimmen, wurden beobachtet.

Die zum Teil verkieselten mergeligen Gesteine.

Diese Gesteine zeigen makroskopisch oft eine gelbliche Farbe, die von mikroskopisch nachweisbarem, oft in großer Menge anwesendem Epidot herrührt. Es wurden einige Gesteine der härteren, ausgewitterten Schichten mikroskopisch untersucht, die meisten sind reich an Calcit und enthalten daneben mehr oder weniger Epidot, Quarz und bisweilen in ziemlich großer Menge sehr kleine idiomorphe Kriställchen von Eisenerz. Der Quarz und der, auch mikroskopisch gelbliche, Epidot sind oft zusammen angehäuft, und kleine Hohlräume in den Gesteinen sind ganz mit diesen Mineralien ausgefüllt. In einigen der untersuchten Gesteine war das Epidot-Quarzgemenge nur mit starker Vergrößerung in der Calcitmasse wahrnehmbar.

Die schon oben erwähnten hellgefärbten, rundlichen oder elliptischen Durchschnitte, die in diesen Gesteinen vorkommen, bestehen aus einem Calcitkristall, der oft die polysynthetischen Zwillingslamellen nach zwei Richtungen zeigt.

Die metamorphen Kalksteine.

Makroskopisch sind diese Gesteine den kontaktmetamorphen Kalksteinen mit Granat und Vesuvian in der Nähe von Kota Tua, die in der vorigen Mitteilung I beschrieben wurden, sehr ähnlich.

Die ganz in der Nähe der Granite gesammelten Gesteine bestehen aus Silikaten und Quarz, denen nur sehr wenig Calcit beigemengt ist. An der Zusammensetzuzg der Gesteine beteiligen sich: Granat und Vesuvian (zum Teil in großen Kristallen), Augit, Quarz und Calcit.

Der Granat ist mikroskopisch farblos und zeigt nur ausnahmsweise wenig deutliche optische Anomalien. Sehr zahlreich sind die Einschlüsse von Augit und Quarz, auch Calcit kommt eingeschlossen vor. Der Augit bildet hauptsächlich rundliche Körner, idiomorphe Begrenzung in Schnitten senkrecht zur vertikalen Achse kommt vor, und ausnahmsweise wurden auch mehr verlängerte Schnitte mit deutlicher Spaltung und großer Auslöschungsschiefe wahrgenommen. Der Quarz und der Calcit zeigen meistens eine unregelmäßige Begrenzung. Infolge der zahlreichen Einschlüsse und des isotropen Charakters fällt die Form des Granats, besonders wenn mehrere Kristalle aneinanderstoßen, nur wenig auf.

Der doppelbrechende und mikroskopisch farblose Vesuvian zeigt bisweilen eine Neigung zu idiomorpher Ausbildung in der Prismenzone, meist ist er aber ziemlich unregelmäßig begrenzt. Auch der Vesuvian enthält zahlreiche Einschlüsse von derselben Art wie der

Granat. Verwachsungen von Granat und Vesuvian kommen vor, es wurde z. B. beobachtet, daß zahlreiche isolierte und gleichzeitig auslöschende Teile eines und desselben Vesuviankristalls ganz von einem Granatkristall umschlossen sind.

Die übrigen Gemengteile des Gesteins kommen nur in kleinen Kristallen vor, und ein erheblicher Teil dieser Gemengteile wird von den großen, oft aneinanderstoßenden Granat- und Vesuviankristallen umschlossen. Der Augit ist mikroskopisch farblos, der Calcit füllt auch Äderchen aus, die das Gestein durchsetzen.

Am direkten Kontakt des Granits und der oben beschriebenen metamorphen Gesteine wurde wahrgenommen, daß auch Mikroklin, mit denselben Eigenschaften wie der Mikroklin der Granite, neben Quarz in den kontaktmetamorphen Silikatgesteinen vorkommt. Obwohl der Übergang in unveränderte oder silikatarme Kalksteine in größerer Entfernung vom Kontakte nicht wahrgenommen wurde, beweist doch die große Ähnlichkeit mit den Verhältnissen bei benachbarten Granit-Kalkstein-Kontakten, daß auch die hier beschriebenen Kontaktgesteine aus ursprünglichem Kalkstein hervorgegangen sind. Wie schon in meiner vorigen Mitteilung bei der Beschreibung der Kontaktgesteine westlich von Kota Tua erwähnt wurde, betrachten wir auch bei Pamusian die Silikatgesteine als entstanden durch eine Stoffzufuhr aus den angrenzenden intrusiven Graniten.

Die Hornfelse.

Unter diesem Namen sind verschiedene Gesteine zusammengefaßt, die wohl zum Teil aus tonigen, zum Teil aus kieselreichen, zum Teil aus ziemlich kalkreichen Gesteinen hervorgegangen sind. Manche Gesteine sind den von Verbeek als „Kieselschiefer“ erwähnten metamorphen carbonischen Schiefer des Sibumbungebirges [1] sehr ähnlich.

Die Hornfelse an der rechten Uferwand sind dunkelgraue feinkristalline Gesteine, die mikroskopisch untereinander gewisse Unterschiede in der mineralogischen Zusammensetzung zeigen. Die Gesteine zeigen eine typische Hornfelsstruktur und sind in der Nähe des Kontaktes sehr reich an rotbraunem Biotit und Feldspat neben Quarz. Muscovit kommt nur sehr spärlich in diesen Gesteinen vor, weiter vom Kontakt nimmt der Muscovitgehalt zu, während der Biotit- und Feldspatgehalt abnimmt. Auch scheint der Gehalt an kleinen Erzkriställchen in der Nähe des Kontaktes geringer zu sein als in etwas größerer Entfernung. Brauner Turmalin kommt, obwohl nicht in sehr großer Menge, in den Hornfelsen vor. Nur eines der untersuchten Gesteine, das etwa 1 m vom Kontakt mit den Graniten entfernt geschlagen wurde, enthält in großer Menge ein Skapolithmineral.

[1] R. D. M. Verbeek, l. c. p. 242.

Die untersuchten Gesteine am direkten Kontakt mit den Graniten enthalten Quarz, Orthoklas und Mikroklin, Plagioklas, rotbraunen Biotit und etwas Eisenerz. Muscovit und Turmalin wurden nur in geringer Menge und in einigen der untersuchten Proben gar nicht wahrgenommen. Die Schieferstruktur des ursprünglichen Gesteins ist oft durch die parallele Lagerung der Biotitblättchen deutlich erhalten geblieben. Die Feldspate sind in großer Menge neben Quarz anwesend, die verzwillingten zeigen oft die mehr oder weniger deutliche Gitterstruktur des Mikroklins, oft nur die polysynthetische Zwillingsbildung mit den geringen Auslöschungsschiefen der sauren Plagioklase. Bald sind diese Feldspate unverwittert und einschlußfrei, bald sind sie, besonders die Plagioklase, stark getrübt, wie auch schon bei denen der angrenzenden Granite erwähnt wurde. Diese getrübten Plagioklase wurden örtlich wahrgenommen am direkten Kontakt mit den Graniten, wo das Kontaktgestein auch ärmer war an Biotit, weiter vom Kontakt im selben Dünnschliff war der Biotitgehalt größer und getrübte Feldspate wurden nicht mehr wahrgenommen.

Der Biotit zeigt rotbraune, der Turmalin braune, bisweilen etwas bläuliche Farben, so daß das letzte Mineral, wenn es vorkommt, schon sofort durch seine Farbe unterschieden werden kann.

In Gesteinen, die in einer Entfernung von 30 bis 40 cm vom Kontakt gesammelt wurden, kommen dieselben Gemengteile wie in den oben beschriebenen vor. Die Feldspate sind wieder zum Teil polysynthetisch verzwillingt und zum Teil getrübt. An Turmalinkristallen, die in der Prismenzone zum Teil idiomorph ausgebildet sind, wurde ein Wechsel der Farbe von braun nach bläulich im selben Kristall wahrgenommen, die blauen Farben sind dabei hauptsächlich auf die randlichen Partien der Kristalle beschränkt.

In einem Gestein, das in einer Entfernung von einem Meter vom Kontakt gesammelt wurde, kommt neben Biotit schon ziemlich viel Muscovit vor, während das Gestein sehr reich ist an einem Skapolithmineral, das in den übrigen Gesteinen nicht angetroffen wurde. Anderseits scheinen die Feldspate in diesem Gestein nicht oder nur in geringer Menge vorzukommen. Erzkriställchen sind ziemlich häufig. Das Skapolithmineral bildet große Kristalle, die nicht idiomorph ausgebildet sind und zahlreiche andere Mineralien des Gesteins, besonders Quarz, aber auch Biotit und Erz umschließen. Die Doppelbrechung ist stärker als die des Quarzes mit weißer bis sehr schwach gelblicher Polarisationsfarbe. Die Brechungsexponenten sind höher als die des Quarzes, aber niedriger als die des Biotits und des Muscovits. Eine ziemlich gute Spaltbarkeit parallel zur Längsachse ist oft im Schliff wahrnehmbar, die Schnitte zeigen gerade Auslöschung, und die Achse der größten Elastizität ist parallel zu den Spaltrissen. In Schnitten senkrecht

zur vertikalen Achse wurde ein sich nur wenig öffnendes Kreuz wahrgenommen, andere Schnitte zeigen ein sich nicht öffnendes Kreuz; der optische Charakter ist negativ. Die erwähnten Eigenschaften weisen auf ein, optische Anomalien zeigendes, Mineral der Skapolithgruppe hin.

Der nur in geringer Menge vorkommende Turmalin ist durch seine braune Farbe leicht vom rotbraunen Biotit zu unterscheiden. Er bildet auch größere Kristalle mit skelettartiger Ausbildung, die, wie die Skapolithe, zahlreiche andere Bestandteile des Gesteins umschließen.

Die Hornfelse an der linken Uferwand haben NNW-Streichen und fallen mit 60^0 bis 65^0 nach ONO (vgl. Fig. 1) in der Richtung der angrenzenden Granite. Sie haben ein gestreiftes Aussehen und sind dicht bis feinkristallin. Bänder mit heller und dunkler grauen, auch grünlichen Farben wechseln miteinander ab. Zahlreiche Hornfelse, in verschiedener Entfernung vom Kontakt, wurden mikroskopisch untersucht mit dem folgenden Resultat:

Gesteine vom direkten Kontakt mit den Graniten bestehen hauptsächlich aus einem Quarzgemenge mit wenig Plagioklas und wenig farblosen bis sehr hellgrünlichen Amphibolsäulchen.

Sie enthalten viel von einer bräunlichgelben, eisenreichen Substanz, während auch unverwittertes Erz vorkommt. Zoisit ist vorhanden und kommt sehr reichlich vor in Bändern, die hauptsächlich aus diesem Mineral mit wenig Quarz bestehen.

Gebänderte Gesteine in etwas größerer Entfernung vom Kontakt (etwa $\frac{1}{2}$ m) enthalten dünne Schichten, die ganz aus mehr oder weniger fächerförmigen Aggregaten von einem schwach doppelbrechenden und ziemlich stark lichtbrechenden Mineral bestehen. Das Mineral ist deutlich zweiachsig und optisch positiv mit ziemlich kleinem Achsenwinkel, beide Achsen sind noch am Rande des Gesichtsfeldes zu sehen. Die Doppelbrechung $\beta - \alpha$ ist sehr gering, Schnitte mit senkrechtem Austritt von $\mathfrak{c}$ ergeben eine sehr niedere Interferenzfarbe, und auch $\gamma - \alpha$ hat nur einen sehr mäßigen Wert. Die Lichtbrechung ist höher als die vom Canadabalsam, andererseits aber geringer als die einiger Epidot- und Zoisitkörner, die im Mineral eingeschlossen vorkommen. Die Auslöschung ist in bezug auf die deutlichen Spaltrisse in der Längsrichtung immer gerade oder höchstens sehr wenig schief. Die optische Achsenebene steht senkrecht zur Längsrichtung. Andere dünne Schichten in derselben Gesteinsprobe bestehen aus Quarz mit wenig, grünlichem oder braunem, Biotit und wenig eisenreichen Verwitterungsprodukten.

Ein Gestein, das in einer Entfernung von $\frac{3}{4}$ m vom Kontakt gesammelt wurde, enthält dünne Schichten, die neben Quarz und wenig, zum Teil polysynthetisch verzwillingtem, Feldspat viel grünliche Amphibolsäulchen und wenig Biotit enthalten. Der Amphibolgehalt ist wechselnd; mit dem Quarz kommt in sehr feinkörnigem

Gemenge einiger Schichten in großer Menge ein farbloses, schwächer lichtbrechendes albitähnliches Mineral vor, in dem ausnahmsweise noch Spaltrisse sichtbar sind, polysynthetische Zwillinge wurden aber in diesen sehr kleinen Körnern nicht wahrgenommen. Andere Schichten bestehen fast nur aus Quarz und wenig Feldspat mit Zoisit, noch andere aus Quarz (und Feldspat) mit viel schwarzen Erzkörnchen und deren bräunlichen Verwitterungsprodukten und etwas Zoisit.

In größerer Entfernung vom Kontakt wurden, außer den oben genannten ähnlichen, noch Gesteinsproben gesammelt, die neben Quarz und wenig, zum Teil polysynthetisch verzwillingtem, Feldspat viel Calcit und viel Augit mit etwas Zoisit und Erzkörnchen enthalten. Biotitreiche feinkristalline Hornfelse kommen vor. Diese Gesteine enthalten neben Quarz und weniger polysynthetisch verzwillingtem Feldspat mit symmetrischen Auslöschungen bis 18° auch viel farblosen Glimmer und wenig Turmalin, bisweilen kommt auch Chlorit vor. Derartige Gesteine wurden gesammelt in Entfernungen von 7 m und 9½ m vom Kontakt.

Dünne, mit einem grobkristallinen Mineralgemenge gefüllte Äderchen wurden beobachtet 8½ m vom Kontakt. Sie kommen vor in feinkristallinem Hornfels mit Quarz, wenig Plagioklas, Biotit, Muscovit, Chlorit, und enthalten neben Quarz sehr viel, einige Millimeter große, Kristalle von farblosem Glimmer, die zum Teil radialstrahlig angeordnet sind, und hellgrünem Chlorit.

In früheren Mitteilungen [1] haben wir pneumatolytische Kontakthöfe von Sumatra beschrieben, in denen für die umgewandelten Sedimente eine starke stoffliche Änderung bezeichnend ist. Derartige Gesteine kommen unter den hier beschriebenen Kontaktgebilden von Pamusian nicht vor.

Bei der Bildung der feldspathaltigen Hornfelse an der rechten Uferwand des Sinamar kann eine Stoffzufuhr aus dem granitischen Magma stattgefunden haben, und die sehr silikatreichen metamorphen Kalksteine am Kontakt mit amphibolreichen Graniten an der linken Uferwand weisen auf endomorphe und exomorphe Metamorphose hin. Die Kontaktfläche zwischen Granit und metamorphen Sedimenten ist immer scharf ausgebildet und nennenswerte Veränderungen der Struktur der Granite in der Nähe des Kontaktes wurden nicht beobachtet.

[1] H. A. Brouwer, Über einen Granitkontakthof in Mittel-Sumatra. Geol. Rundschau. V. 1915. p. 551; Pneumatolytic hornfels from the hill countries of Siak (Sumatra). Proceed. Kon. Akad. v. Wet. Amsterdam. 18. p. 584.

Die Stellung der Gabbroamphibolite des sächsischen Granulitgebirges im System der Eruptivgesteine.

Von **W. Bergt** in Leipzig.

In seiner Arbeit „Die Gruppe des Flasergabbros im sächsischen Mittelgebirge"[1] kommt Johannes Uhlig nach eingehendem mikroskopischem Studium der Gesteine zu der Überzeugung, „daß sich dieselben, resp. der größte Teil ihrer Masse, bei der Ausbildung ihrer eigentümlichen Strukturverhältnisse im flüssigen Zustand befunden haben müssen, so daß also die Foliation, die Mosaikbildungen der verschiedenen Gemengteile, sowie die Druckerscheinungen an den Mineralindividuen nicht durch Druckvorgänge am festen Gestein erklärt werden können, sondern auf Pressungen und Bewegungen innerhalb eines noch liquiden Magmas zurückgeführt werden müssen".

Und nach Betrachtung der chemischen Zusammensetzung der Gabbros einerseits und der zugehörigen Amphibolite (Gabbroamphibolite) andererseits ergibt sich ihm die weitere bemerkenswerte und wichtige Tatsache: „Man erkennt nämlich, daß bei etwa gleichem SiO_2-Gehalt der Al_2O_3-Anteil in den Amphiboliten beträchtlich geringer, der Gehalt an Oxyden mit zweiwertigen Metallen aber höher ist als in den Gabbros, während die Alkalien etwa gleich sind. Dieses Resultat spricht nun ebenfalls mit aller Entschiedenheit dagegen, daß die Amphibolite durch irgend eine Metamorphose aus den Gabbros hervorgegangen sind".

Nach weiteren, diese chemischen Verhältnisse ausführenden Bemerkungen läßt Uhlig seine Darstellung in der Auffassung gipfeln: „Auf Grund der vorstehenden Tatsachen kann kaum ein Zweifel bestehen, daß man es hier mit magmatischen Spaltungsvorgängen, die mit den Druckerscheinungen in Verbindung stehen, nicht mit sekundärem Hervorgehen des einen Materials aus dem anderen zu tun hat. Besonders hervorgehoben sei aber nochmals, daß die zwischen den eigentlichen Gabbros und den Amphiboliten der Flasergabbrogruppe sich geltend machenden chemischen Unterschiede sich innerhalb der für Gabbrogesteine charakteristischen Verhältnisse bewegen".

Ich stimme den Ausführungen Uhlig's vollständig zu. Aber mir scheint, ihnen fehlt die letzte Folgerung, der krönende Schluß, die Aussage darüber, in welchem geologischen Verhältnis die Amphibolite zu den Gabbros stehen.

Nach meiner Auffassung *sind diese Amphibolite die zum Gabbro gehörigen Gang- und Schlierengesteine, sind Diorit- und Gabbroaplite, dioritische und gabbroide Gang- und Schlierengesteine*, die in den allermeisten Ge-

[1] J. Uhlig, Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 59. 1907. 1—48.

bieten des ehemaligen „kristallinen Grundgebirges“ die grobkörnigen Gabbros, die typische Tiefengesteinsausbildung, so massenhaft begleiten, häufig förmlich einwickeln.

Daß die Gang- und Schlierennatur dieser feinkörnigen bis dichten Gesteine so wenig deutlich oder gar nicht mehr erkennbar ist, liegt in den sattsam bekannten, so überaus schwierig zu deutenden geologischen Verhältnissen dieser Körper altkristalliner Gesteine.

Wenn wir mit den Metamorphikern diese geologisch und genetisch so schwer zu deutenden Verhältnisse für das Erzeugnis einer Druckmetamorphose an den bereits erstarrten Eruptivmassen halten, dann ist die ehemals deutlicher vorhanden gewesene Gang- und Schlierenform dieser Amphibolite eben durch die Druckmetamorphose verwischt, vernichtet worden.

Wenn wir dagegen die jetzige Beschaffenheit der Gesteine dieser Flasergabbrogruppe und ihren geologischen Verband für eine ursprüngliche Erstarrungserscheinung ansehen, dann sind die gleichen, bei der Erstarrung wirksamen Kräfte, welche diese merkwürdigen, so verschieden deutbaren und auch verschieden ausgelegten Verhältnisse schufen, nämlich Fluß, Bewegung und richtender Druck bei der Erstarrung, auch verantwortlich zu machen für die Verwischung, Vernichtung der Gang- und Schlierenform dieser Amphibolite.

Wer den inneren Aufbau z. B. des westerzgebirgischen Eibenstocker Turmalingranitmassivs[1] studiert, in dem Parallel- und Flaserstrukturen, primäre wie sekundäre, so gut wie ganz fehlen, mindestens eine ganz verschwindende Rolle spielen, der erkennt, daß schon hier bei ganz normaler, nicht durch nachträgliche Metamorphose gestörter Ausbildung das wahre Verhältnis der Gang- und Schlierengranite zum Hauptgranit sehr häufig und vielerorts schwer zu beobachten und schwierig zu deuten ist.

Wie viel mehr muß das der Fall sein in einem Eruptivmassiv, das von Parallel- und Flaserstrukturen beherrscht wird, in dem starke Kräfte, Bewegung und Fluß nebst richtendem Druck bei der Erstarrung (oder nachträglich einsetzende Metamorphose) die normale Ausbildung gewaltig gestört haben.

Die Gabbroamphibolite sind teils dioritische, teils gabbroide Gang- und Schlierengesteine, die den dioritischen — dem Malchit, Luciit, Orbit — und gabbroiden Apliten, dem Beerbachit, entsprechen. In gleicher Weise sind die Pyroxengranulite aplitische Ganggesteine, die der Eruptivreihe: Hypersthengranitaplit — Hypersthendioritaplit — Noritaplit (teils auch Beerbachit) angehören.

[1] Vergl. bes. M. Schröder, Erläuterung zu Blatt Eibenstock. 145. 1884.

Die chemische Zusammensetzung der wenigen, bisher analysierten sächsischen Gabbroamphibolite zeigt diese magmatische Verwandtschaft mit genügender Deutlichkeit, wenn auch deren mineralische Zusammensetzung von der der angezogenen Aplite hier und da abweichen mag. Diese Abweichung in der mineralischen Zusammensetzung ist auf Rechnung der Erstarrung unter nichtnormalen Verhältnissen (oder, wenn man will, auf Rechnung der Metamorphose) zu setzen.

Chemische Formeln nach Osann.

1. Gabbros des sächsischen Granulitgebirges.

s	a	c	f	
54,90	1,5	6,0	12,5	Gabbro, Mahlitzsch bei Roßwein.
52,61	0,5	6,5	13,0	Hypersthenit. Höllmühle bei Penig.
51,02	1.0	4,0	15.0	Grobk. Gabbro. „ „ „
49,80	2,5	4,5	13,0	Flasergabbro, Vierlinden bei Roßwein.
49,52	2,0	4,5	13,5	„ „ „ „
49,27	2,0	4,5	13,5	„ „ „ „

2. Dichter Gabbro und Gabbroamphibolit des sächsischen Granulitgebirges nebst magmenverwandten Diorit- und Gabbroapliten.

s	a	c	f	
53,70	2,0	4,0	14,0	Dichter Gangdiorit, Oberramstadt, Odenwald.
52,99	1,5	2,5	16.0	Dichter Gabbro, Böhrigen bei Roßwein, Sa.
51,44	2,0	3,0	15,0	Beerbachit (Mikrogabbro), Almasel, südöstl. Ungarn.
51,91	1,5	2,5	16,0	Malchitähnl. Gestein, Studené, Böhmen.
52,42	2,0	2,5	15,5	Malchit, Schloßmühle gegenüber Dohna, Sa.
51,67	1,5	4,5	14,0	Gabbroamphibolit, porphyrartig, Grumbach bei Mittweida, Sa.
50.07	1,0	4,5	14.5	Beerbachit, Monhegan-Insel, Maine, N.-Am.
50,03	1,0	2,0	17,0	Dichter, schwarzer Gabbroamphibolit, Hartenberg bei Roßwein, Sa.
48,89	1,0	4,0	15,0	Malchit, Monhegan-Insel, Maine, N.-Am.
49,70	1,5	2,5	16,0	Gabbroamphibolit, Vierlinden bei Roßwein, Sa.
47,20	1,0	1,5	17,5	„ Hohlweg bei Etzdorf, Sa.. Mittel aus 2 Anal.
46,69	1,5	1,5	17,0	Beerbachit, Berg Tilaï, Ural.

Über die Entstehung des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits.

Von **M. Rózsa** in Budapest.

Der primäre Ursprung des Hauptsalzes (kieseritischer Halit-Carnallit, Kieserit % < Halit % < Carnallit %) spricht dafür, daß die in den tiefer gesunkenen Beckenteilen zusammengeschrumpften Zechsteinlaugen weniger Magnesiumsulfat und bedeutend mehr Chlormagnesia enthielten, als es auf Grund der regelmäßigen Eintrocknung von normal zusammengesetztem Meerwasser vorausgesetzt wird. Die carnallitische Umwandlung eventuell vorangegangener kainitischer Ausscheidungsprodukte war mit der Einsickerung chlormagnesiareicher Mutterlaugen des fortschreitenden Eintrocknungsvorganges verbunden. Die in der Tiefe nachträglich erfolgte Einwirkung des aus dem zersetzten Carnallit ausgepreßten Chlormagnesiums kommt indessen ebenfalls in Betracht, wogegen die Annahme des Bestehens von Bischofitlagern und die Mitwirkung derselben an den späteren Umwandlungsvorgängen unter allen Umständen eliminiert werden muß[1].

Es tauchte nun vor kurzem in Verbindung mit dieser letztgenannten Hypothese die Voraussetzung der primären Entstehung des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits auf[2], die mit meinen Ausführungen[3] über die sekundäre Entstehung desselben leider nicht in Einklang gebracht werden kann und daher weitere Erörterung benötigt.

Bereits M. Naumann stellte fest, daß der Anhydrit im anhydritischen Sylvin-Halit und der Kieserit im kieseritischen Sylvin-Halit (Hartsalz) sich gewissermaßen vertreten[4]. Bei Zunahme des Anhydritgehaltes tritt die Menge des Kieserits zurück und umgekehrt. Auch meine Beobachtungsdaten und Analysen haben diese Feststellung bestätigt[5]. Andererseits kommt das kieserithaltige Hauptsalz in den Südharzer Ablagerungen sowohl in Schichtkomplexen, als auch zu gemengeartigen Massen zerquetscht vor. So konnte ich unter anderem im Werke Bleicherode, in der liegenden Strecke zwischen dem 3. und 4. westlichen Querschlag, einen stärkeren Schichtkomplex integrierenden Hauptsalzes mit 12 % Kieserit feststellen. In den Kalifirsten des Schachtes I kommt auch

[1] M. Rózsa, Über die Ausscheidung und Thermometamorphose der Zechsteinsalze Bischofit, Kainit und Astrakanit. Zeitschr. anorg. u. allg. Chem. 97. 41.

[2] R. Lachmann, Über Carnallitisierung der Südharz-Kalilager. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1916. II. 165.

[3] Kali. 1913. 510 — Földtani Közlöny. 1915. 306.

[4] M. Naumann, N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXII. 614. 1911.

[5] Földtani Közlöny. 1915. 308.

der kieseritische Carnallit-Halit in regelmäßiger Ausbildung vor. Es wäre demnach nicht ganz richtig, das Fehlen des Kieserits als besonderes Merkmal der Südharzer Ablagerungen anzugeben. Kieseritische Hartsalze, ähnlich den Staßfurter Hartsalzen, kommen im Horizonte des anhydritischen Sylvin-Halits sowohl im Werke Bleicherode, als auch im Werke Glückauf-Sondershausen vor. In den Nordhäuser Kaliwerken (Wolkramshausen) tritt der anhydritische Sylvin-Halit bereits zurück, und es können ungestörte Lagerteile des typisch kieseritischen Hartsalzes aufgefunden werden[1].

Bei Annahme der primären Ausscheidung des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits müßte die höchst unwahrscheinliche Hypothese aufgestellt werden, daß der Kieseritgehalt der integrierenden Hauptsalz- und Hartsalzlagerteile infolge der Umwandlung des Anhydrits zu Kieserit entstanden ist. Es liegt indessen, abgesehen von den Werralagern, gar kein Grund vor, von der ursprünglich gleichartigen Ausbildung der Hauptsalzschichten im älteren Zechsteinkalisalzlager abzusehen. Es läßt sich im Gegenteil der Übergang von primärem Hauptsalz in sekundäres Hartsalz (stellenweise auch langbeinitisch) und in anhydritischen Sylvin-Halit auch in den Südharzlagern mehrfach feststellen:

Hauptsalz (Kies. Halit-Carn.) ➤ Hartsalz (Kies. Sylv.-Halit) ➤ Anhydr. Sylvin-Halit.
Hauptsalz (Kies. Halit-Carn.) ➤ Anhydr. Sylvin-Halit.

Die Umwandlung des kieserithaltigen Hauptsalzes und Hartsalzes zu anhydritischem Sylvin-Halit erfolgte infolge der Einwirkung chlorcalciumhaltiger Laugen, wobei der Kieserit teilweise oder ganz in Anhydrit umgewandelt wurde[2]:

$$MgSO_4 + CaCl_2 \rightarrow CaSO_4 + MgCl_2.$$

Die eventuell vorhanden gewesenen tachhydritischen Zwischenprodukte des Hauptsalzes sind gänzlich verschwunden, da der anhydritische Sylvin-Halit, wie dies auch die stellenweise polyhalitischen Umkrustungen des Anhydrits beweisen, mehrfach durchgelaugt wurde.

Die Möglichkeit der Einwirkung chlorcalciumhaltiger Laugen beweist nicht nur das sonst häufige Auftreten des Tachhydrits in den Kalisalzlagern, sondern auch der Umstand, daß die in den Salztonen anhaftenden Laugenteile häufig Chlorcalcium enthalten. Außer dem Vorkommen in der ursprünglich vorhanden gewesenen

[1] M. Rózsa, Daten zur Kenntnis des organischen Aufbaues der Kalisalzablagerungen. Kali. 1913. 506.

[2] Földtani Közlöny. 1915. 306. — Im jüngeren Zechsteinsalzlager, bezw. in den entsprechenden Laugengemischen des Eintrocknungsvorganges, führte dieser Umwandlungsvorgang, ähnlich den Elsässer Ablagerungen (Zeitschr. anorg. Chem. **93**. 137), stellenweise zur vollständigen Verdrängung der Kieseritausscheidung.

Endlauge könnte die Entstehung derselben sowohl durch die Einwirkung von Chlormagnesialaugen auf Calciumcarbonat, als auch in Verbindung mit der Zerlegung des im Tone anwesenden Calcium-Aluminiumsilikats erklärt werden.

Im Lager des anhydritischen Sylvinhalits tritt stellenweise der Sylvingehalt vollständig zurück und stellt sich erst in gewissen Entfernungen wieder ein. Ähnliche Vertaubungen können bereits in den Hauptsalzlagern festgestellt werden, und zwar hauptsächlich in jenen zusammengeschrumpften Schichtkomplexen, wo der Carnallit seitlich abgepreßt wurde. Nach der sekundären Umwandlung des Hauptsalzes zu Hartsalz, bezw. des Carnallits zu Sylvin, treten nun in diesen Teilen des entstandenen Hartsalzlagers Vertaubungen an Sylvin auf. Der Umstand, daß die Umwandlung des Kieserits zu Anhydrit auch in den tauben Teilen des Südharzer anhydritischen Sylvin-Halits stattfand, läßt ferner mit Sicherheit erkennen, daß die chlorcalciumhaltigen Laugen auch diese Lagerteile durchlaugten. Es haben demnach bei diesen Vertaubungen sowohl rein dynamische Auspressungsvorgänge, als auch chemische Lösungs- und Umwandlungsvorgänge mitgewirkt.

An manchen Stellen der Südharzlager wurde der anhydritische Sylvin-Halit, in Verbindung mit den nachträglich stattgefundenen Zersetzungsvorgängen benachbarter Carnallitgesteine und je nach den statischen Druckverhältnissen der zirkulierenden Laugen, in anhydritischen Carnallit-Halit und in anhydritischen Halit-Carnallit (in den sylvinreicheren Lagerteilen) umgewandelt:

Anhydritischer Sylvin-Halit + Chlormagn. ➤ Anhydr. Carnallit-Halit / Anhydr. Halit-Carnallit.

Im Werke Bleicherode, in der Grundstreckenfirste, östlich vom 3. westlichen Querschlag, konnte ich den Übergang vom anhydritischen Sylvin-Halit in anhydritischen Carnallit-Halit besonders deutlich wahrnehmen. Infolge unvollständiger Umwandlung ist demselben auch etwas Sylvin beigemengt.

Trigonia Smeei Sowerby und ihre horizontale Verbreitung.

Von **Erich Lange**.

Trigonia Smeei Sow. ist zum ersten Male von Sowerby[1] im Jahre 1840 aus den Umia-beds der vorderindischen Insel Cutch beschrieben worden. Erst nach einem Zeitraum von 60 Jahren wurde diese interessante Art wieder in der beschreibenden Literatur

[1] Sowerby, A notice respecting some fossils collected in Cutch by Captain W. Smee. Trans. Geol. Soc. London. 1840. Ser. 2. 5. p. 715. Taf. 61 Fig. 5.

erwähnt, und zwar durch KITCHIN's[1] vorzügliche Monographie der Trigonien Indiens. Die genaue Beschreibung KITCHIN's und mehrere gute Abbildungen vervollständigten das Bild der Spezies, und außerdem wird in *Tr. crassa* KITCHIN[2] eine neue Spezies beschrieben, die aufs nächste mit der *Tr. Smeei* Sow. verwandt ist und mit ihr zu einer Formengruppe gehört.

Außerhalb Indiens wurde *Tr. Smeei* Sow. zum erstenmal in größerer Menge von der Tendaguru-Expedition in Deutsch-Ostafrika im Hinterlande von Lindi aufgefunden. Es gelang mir[3], an dem äußerst reichhaltigen, von der Expedition nach Berlin gebrachten Material die Identität zwischen der ostafrikanischen bisher als *Tr. Beyschlagi* MÜLL.[4] beschriebenen Art und der indischen *Tr. Smeei* Sow. festzustellen. Ebenso ergaben die Untersuchungen, daß der *Tr. crassa* KITCH. nur der Wert einer Variation der *Tr. Smeei* Sow. zuerkannt werden kann, da beide Spezies in Deutsch-Ostafrika durch Übergangsformen verbunden werden. Ein sonstiges Vorkommen der *Tr. Smeei* Sow. außerhalb Vorderindiens oder Deutsch-Ostafrikas ist mir nicht bekannt.

Nun beschreibt neuerdings E. JAWORSKI[5] in „Beiträgen zur Kenntnis des Jura in Südamerika" eine einzige isolierte linke Klappe einer *Trigonia* mit der Fundortsbezeichnung: „Piedra pintada bei Neuquen, Südargentinien". Der Autor bildet auf Grund dieses Materials eine neue Art, der er den Namen *Tr. Burkhardti* JAW. gibt. Auf p. 381 an dem zitierten Orte schreibt JAWORSKI: „Eine Form, die zu *Tr. Burkhardti* nahe Beziehungen zeigt, also im wesentlichen konzentrisch verlaufende, starke, auf dem Vorderteil gegabelte Rippen mit querberippter Area und nach hinten ausgezogener Form vereinigt, ist nicht bekannt". Da nun diese hier angeführten Arteigentümlichkeiten auch im großen und ganzen die der *Tr. Smeei* Sow. sind, so dürfte ein Vergleich der beiden Arten recht

[1] F. L. KITCHIN, The Jurassic Fauna of Cutch. 3. Part 2. Lamellibranchiata. No. 1. Genus *Trigonia*. Palaeont. Indica. Ser. 9. Calcutta 1903. p. 40. Taf. 3—4.

[2] F. L. KITCHIN, l. c. p. 44. Taf. 4.

[3] E. LANGE. Die Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Anneliden der *Trigonia Schwarzi*-Schicht nebst vergleichender Übersicht über die Trigonien der gesamten Tendaguruschichten. Archiv für Biontologie. 3. Heft 4. 1914. p. 225.

[4] G. MÜLLER, Versteinerungen des Jura und der Kreide, in BORNHARD: Zur Oberflächengestaltung und Geologie von Deutsch-Ostafrika. Berlin. 1900. p. 543. Taf. 19. — E. KRENKEL, Die untere Kreide von Deutsch-Ostafrika. Beiträge zur Pal. u. Geol. Österreich-Ungarns und des Orients. 23. 1910. p. 209. Taf. 20.

[5] E. JAWORSKI, Beiträge zur Kenntnis des Jura in Südamerika. Teil 2. Spezieller paläontologischer Teil. N. Jahrb. f. Min. etc. Neue Folge. Beil.-Bd. XL. p. 380. 1916.

lohnend sein. Ein Versuch, die von Jaworski abgebildete Klappe mit *Tr. Smeei* Sow. identifizieren zu wollen, kann zu keinem befriedigenden Ergebnis führen. Denn nach den Erfahrungen, die ich an dem weit über 100 Exemplare betragenden Material des Museums für Naturkunde in Berlin machte, kann die *Tr. Smeei* Sow. infolge ihrer stark variationsfähigen Oberfläche, die bei jedem Tier individuelle Eigenschaften aufweist, nur nach dem Bau des Schlosses einwandfrei identifiziert werden. Gerade aber das Schloß ist von *Tr. Burkhardti* Jaw. nicht bekannt.

In dem äußeren Schalenbau der von Jaworski abgebildeten *Trigonia* scheint mir jedenfalls kein prinzipieller Unterschied zu den ostafrikanischen Exemplaren der *Tr. Smeei* Sow. zu bestehen. Die Abbildung zeigt zwar eine stärkere Berippung der Area, als sie an den von mir veröffentlichten Abbildungen [1] zu sehen ist. Hierbei ist aber der Erhaltungszustand der afrikanischen Exemplare in Betracht zu ziehen, der der Erhaltung feiner Skulpturen auf der Oberfläche ungünstig war. Die Trigonien finden sich in ein recht grobkörniges Konglomerat eingebettet, und alle Schalen zeigen Spuren von Abrollung, die sie vielleicht schon zu Lebzeiten des Tieres, aber sicher kurz nach seinem Absterben erhielten. Durch den Fossilationsprozeß wurden die Schalen in kristallinen Kalkspat umgewandelt. Auch dieser Prozeß war der Erhaltung der Schalenverzierungen nicht günstig. Nun scheint mir ferner Jaworski's Abbildung recht stark retuschiert zu sein, so daß dadurch vielleicht die Verzierung der Area deutlicher und klarer hervorgehoben wird, als dies tatsächlich der Fall ist. Immerhin liegen Exemplare der *Tr. Smeei* Sow., die gleiche, wenn auch etwas schwächere Berippung der Area zeigen, unter dem Material der Tendaguru-Expedition vor.

Was aber geradezu in aufdringlicher Weise für eine nahe Verwandtschaft der *Tr. Smeei* Sow. und der *Tr. Burkhardti* Jaw. spricht, ist die Art der Berippung. Zwar gibt Jaworski an, daß seine neue Art auf dem Vorderteil gegabelte Rippen besitze; aber eine genaue Betrachtung zeigt, daß diese Rückengabelung in der Jugend nicht vorhanden ist und erst bei dem Größerwerden der Schale als eine eigenartige dekadente Erscheinung auftritt. Auch in der Nähe des Unterrandes der Schale läßt sich die gleiche eigenartige Erscheinung feststellen, indem die Rippen nicht mehr gleichmäßig über die Schale verlaufen, sondern in unregelmäßiger Weise unterbrochen werden, dadurch, daß sich die Rippen plötzlich auskeilen und nach einem Zwischenraum etwas oberhalb oder unterhalb der vorigen Lage von neuem beginnen. Gerade diese dekadenten Erscheinungen habe ich an der *Tr. Smeei* Sow. studiert und gefunden, daß zwar die Erscheinung als solche eine Eigenart

[1] E. Lange, l. c. Taf. 20—21.

der Spezies ist, daß dagegen die durch dieselbe auf der Oberfläche der Schale des einzelnen Tieres hervorgerufenen Unregelmäßigkeiten nur den Wert von individuellen Erscheinungen haben. Ich zweifle nicht, daß ebenso auch die Gabelung der Rippen im Vorderteil der Schale der *Tr. Burkhardti* Jaw. nur als individuelle Eigenart zu bewerten ist. An vielen Exemplaren der *Tr. Smeei* Sow. lassen sich desgleichen auf dem Vorderteil der Schale im Altersstadium Gabelungen der Rippen beobachten. So weist gerade die Art der Berippung auf eine auffallend nahe Verwandtschaft der südamerikanischen zu der indisch-afrikanischen *Trigonia* hin.

Ich möchte durchaus nicht etwa behaupten, daß ich in *Tr. Burkhardti* Jaw. eine echte *Tr. Smeei* Sow. zu erblicken glaube. Lediglich darauf möchte ich hinweisen, daß zwischen den beiden Arten trotz ihrer räumlich so weit auseinanderliegenden Fundpunkte eine beachtenswerte Verwandtschaft zutage tritt, die beide auf das engste miteinander verbindet. Erst eingehende Untersuchungen an südamerikanischem Material und vor allem das Studium des Schloßbaues werden zeigen, ob *Tr. Burkhardti* Jaw. eine eigene neue Spezies oder nur eine Spielart der *Tr. Smeei* Sow. ist. Wie schwer es ist, auf Grund geringen Materials *Tr. Smeei* Sow. zu bestimmen, ersieht man am besten aus dem Umstand, daß einzelne Exemplare als *Trig. crassa* Kit. und *Tr. Beyschlagi* Müll. beschrieben worden sind.

Kann an Hand eines reichlichen Materials und nicht nur auf Grund des Vergleichens von mehr oder weniger gut gelungenen Abbildungen die Beziehung der südamerikanischen zu der ostafrikanischen *Trigonia* bekräftigt werden, so liegt uns in *Tr. Smeei* Sow. die erste tithonische *Trigonia* der indisch-afrikanischen Meeresprovinz vor, von der wir wissen, daß ihr nächster Verwandter an den Küsten des westlichen Südamerika lebte. Dies darf uns nicht weiter wundernehmen, da ähnliche faunistische Beziehungen zwischen afrikanisch-indischen und südamerikanischen Ablagerungen nichts Neues mehr sind. Die liassische Fauna Madagaskars[1] zeigt große Verwandtschaft zu der des Lias von Südamerika. Im gleichen Zeitalter finden sich auch sehr interessante Beziehungen zwischen der Flora Südamerikas und Indiens[2]. Im Neocom Ostafrikas und Südamerikas tritt *Tr. transitoria* Steinmann[3] als gemeinsames Fossil auf. In beiden Gegenden und außerdem noch in der Uitenhage Series des Kaplandes finden wir *Tr. conocardiiformis* Krauss[4]. Als

[1] A. Thevenin, Paléontologie de Madagascar. Annales de Paléontologie. 1908. p. 38.

[2] E. Jaworski, Beiträge zur Kenntnis des Jura in Südamerika. Teil 1. Allgemeiner Teil. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil.-Bd. XXXVII. p. 342. 1914.

[3] E. Lange, l. c. p. 237, 288, 289.

[4] E. Lange, l. c. p. 235, 275, 277, 285, 289.

ein neues wichtiges Glied, das die Faunen des obersten Jura Argentiniens mit denen Ostafrikas und Vorderindiens verbindet, kämen nun noch die Trigonien der Formengruppe der *Tr. Smeei* Sow. hinzu.

Trotz ihrer weiten horizontalen Verbreitung scheint *Tr. Smeei* Sow. nur eine geringe vertikale Verbreitung zu besitzen. Sie gibt daher ein gutes Leitfossil für tithonische Schichten. Scheinbar wird der Wert der *Tr. Smeei* Sow. als tithonisches Leitfossil dadurch etwas eingeschränkt, daß von der Tendaguru-Expedition auch ein Stück mitgebracht wurde, das dem Horizont der *Trigonia-Schwarzi*-Schicht, also dem Neocom, entstammen soll. Da es vielleicht nicht ausgeschlossen ist, daß hier irgend ein Irrtum untergelaufen ist, so kann dieses vereinzelte Vorkommen der *Tr. Smeei* Sow. in höheren als tithonischen Schichten bisher vernachlässigt werden. Sicher ist jedenfalls das eine, daß *Tr. Smeei* Sow. in großen Massen und gesteinsbildend nach unserer bisherigen Kenntnis nur im Tithon auftritt. Vielleicht dürften deshalb auch die Trigonienlager, in denen sich die *Tr. Burkhardti* Jaw. fand, dem obersten Jura angehören. Jaworski, dem keine das Alter der Schichten charakterisierende Fossilien zur Seite standen, gibt als Horizontbestimmung für die Schichten mit *Tr. Burkhardti* Jaw. „Malm bis untere Kreide" an[1]. Sollte eine Gleichalterigkeit der argentinischen mit den indischen Trigonienlagern der Umia-beds von Cutch angenommen werden, so ist anzunehmen, daß ein Vergleich der beiderseitigen Trigonienfaunen noch manche andere interessante Beziehungen zutage fördern wird. Jedenfalls sollten bei einer neuen Bearbeitung von oberjurassischen Faunen Südamerikas, Indiens oder Afrikas diese wichtigen und interessanten Verwandtschaftsbeziehungen der verschiedenen Faunen zueinander in keinem Falle vernachlässigt werden. Gerade hierauf an Hand eines typischen Beispieles die Aufmerksamkeit zu erregen, war die Absicht dieser Zeilen.

Basel, Geol.-Mineralog. Institut, Juni 1917.

Über das Vorkommen von Mosbacher Sanden am Eingang ins Pfrimmtal bei Worms.

Von **Wilhelm Weiler** (Worms).

Mosbacher Sande sind bei Worms bis jetzt nur verworfen vorgefunden worden in einem Aufschluß bei Hochheim[2] (einem Vororte westlich der Stadt), südlich vom Bahnhof in der Ecke der

[1] E. Jaworski. l. c. Teil 2. p. 382.

[2] a) A. Steuer, Bodenw. u. Diluvialabl. hess. Ried. Notizbl. Ver. Erdk. Darmstadt 1907. — b) Ders., Neuere u. ältere Aufschl. im rheinh. Diluv. Daselbst 1909.

Worms—Alzeyer und Ludwigshafener Bahn [1] und durch Bohrung in der Werger'schen Brauerei [2]. Wie die Untersuchungen STEUER's lehren, fanden die Verwerfungen nach Ablagerung der Hochterrasse in der Rheinebene selbst in viel stärkerem Maße statt, als an ihrem Rande; denn während die Mosbacher Sande bei Hochheim mit ihrer oberen Kante noch 115 m hoch liegen (also nur 35 m tiefer als normal), blieb ein in der oben erwähnten Brauerei niedergetriebenes Bohrloch erst in 200 m Tiefe in ihnen stecken. „Gegen den Aufschluß bei Hochheim [ist demnach] ein Höhenunterschied von 200—220 m ... vorhanden" [3].

Die Kenntnis dieser staffelförmigen Verwerfungen wird nun noch dadurch ergänzt, daß es gelungen ist, die Mosbacher Terrasse in unmittelbarer Nähe der abgesunkenen Stufe bei Hochheim normal lagernd auf einem benachbarten Höhenzuge nachzuweisen. Die Gegend von Worms bietet also auf engem Raume einen schönen Einblick in die tektonischen Vorgänge, die sich während des Diluviums in Rheinhessen abgespielt haben, und aus diesem Grunde erscheint es auch der Mühe wert, den neuen Fund weiteren Kreisen mitzuteilen.

Geht man von Leiselheim, einem Dorfe westlich Worms, die Landstraße nach dem benachbarten Herrnsheim, so stehen die Sande kurz vor dem Wasserbehälter für die beiden erwähnten Gemeinden auf ungefähr 145 m Höhe rechts im Felde in einer kleinen Grube an. Der Höhenrücken, auf dem sie liegen, fällt südlich nach der Pfrimm zu ab, während er östlich bald in nördlicher Richtung umbiegt, um alsdann dem Rheine parallel zu verlaufen. An der Umbiegungsstelle erweitert sich dadurch das Pfrimmtal. In diesem geräumigen Abschnitt, dem ehemaligen Pfrimmdelta, liegt die Sandgrube von Hochheim, von der Leiselheimer in südöstlicher Richtung nur 1700 m in der Luftlinie entfernt.

Die Sande selbst sind fein, wohlgeschichtet und von der für die Mosbacher Stufe charakteristischen grauen Farbe. Augenblicklich sind sie in einer Tiefe von ungefähr 4—5 m aufgeschlossen. Ziemlich nahe ihrem oberen Rande werden sie von einer dünnen Bank gelben Lettens durchzogen. Im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Hochheimer Grube fehlt über ihnen die mächtige Lößdecke, die bereits abgetragen ist. In den Sanden finden sich abwechselnd Zonen mit reicher Molluskenfauna. Am fossilienreichsten ist eine ungefähr 60—70 cm mächtige Schicht, die unmittelbar über der Lettenbank liegt. In ihr und den anderen Zonen wurde

[1] a) SEIBERT, Notizbl. Vereins Erdk. Darmstadt. 1862. p. 41. — b) G. GLEIM, Über Diluvialsand von Darmstadt. N. Jahrb. f. Min. etc. 1885.

[2] A. STEUER, op. cit. 1907.

[3] A. STEUER, op. cit. 1907. p. 88.

eine typische Mosbacher Molluskenfauna gesammelt, deren Verzeichnis nachstehend folgt.

Helix arbustorum L. häufig
— *hispida* L. häufig
— *bidens* Chemn. selten
— *pulchella* Müll. sehr häufig
Patula ruderata Stud. häufig
Buliminus tridens Müll. sehr selten
Pupa muscorum Müll. s. häufig
Clausilia dubia Drap. selten
— *biplicata* Mont. selten
Succinea putris L. häufig
— *oblonga* Drap. sehr häufig
— *pfeifferi* Rssm. häufig
Limnaea stagnalis L. sehr häufig
— *truncatula* Müll. häufig
Planorbis corneus L. häufig
— *vortex* L. häufig
— *spirorbis* L. selten
— *umbilicatus* Müll. sehr häufig
— *contortus* L. selten
— *glaber* Jeffr. häufig
Valvata piscinalis Müll. häufig
— *antiqua* Sow. sehr häufig
— *alpestris* (Blauner) Küst. sehr häufig
— *pulchella* Stud. häufig
Sphaerium rivicola (Leach) Lm. häufig
Pisidium amnicum Müll. häufig
— *ovatum* Cless. selten.

Außerdem bin ich im Besitz einer Anzahl verkalkter Wurzelröhren (sog. „Steinbrech") und Kalkkonkretionen, die beide in den höheren Schichten häufig gefunden werden.

Die ganze Sammlung wurde dem Naturhistorischen Museum in Mainz überwiesen, wo sie nun aufbewahrt wird.

Besprechungen.

1. **Tornquist**: Geologie I. 235 Abb., 564 p. Leipzig 1916.
2. —: Grundzüge der allgemeinen Geologie. Berlin 1916. 228 p. 81 Textb.
3. **F. X. Schaffer**: Grundzüge der allgemeinen Geologie. 1 Taf. 480 Abb. 492 p. Leipzig u. Wien 1916.

Das Erscheinen verschiedener neuer Lehrbücher der Geologie während des Weltkrieges ist an sich mit Freude zu begrüßen. Beweist es doch ein allgemeines Interesse für unsere Wissenschaft.

Die Disposition geologischer Lehrbücher[1] steht seit Neumayr's

[1] Als gutes Beispiel sei die Disposition Schaffer's angeführt:
F. X. Schaffer: Grundzüge der allgemeinen Geologie.
I. Die Erde und ihre Kraftquellen.
II. Das Wirken der Kräfte des Erdinnern.
A. Die vulkanischen Erscheinungen. B. Die Störungen der Erdrinde. C. Erdbeben.

Erdgeschichte fest. Die für die Beurteilung wichtigste Frage betrifft daher nur die Art der Darstellung, der Bilderausstattung und den Preis. Während die beiden Bände „allgemeine“ Geologie von SCHAFFER und von TORNQUIST etwa in der Begrenzung des Stoffes dem ausführlicheren Lehrbuch von E. KAYSER entsprechen, stellen sich die Grundzüge der allgemeinen Geologie von TORNQUIST (2) im Rahmen einer wesentlich kürzeren Behandlung die Aufgabe, einen übersichtlichen Leitfaden für Studenten zu geben; hier werden auch praktische Zwecke[1] mit berücksichtigt, wie die Inhaltsübersicht der Anmerkung zeigt.

Die allgemeine Disposition ist in der großen und der kleinen Geologie TORNQUIST's sonst die gleiche. Es sei daher hier nur die der ersteren (d. h. der großen Ausgabe) angegeben:

I. Die geologische Forschung.
   Geschichte der geologischen Forschung.

II. Allgemeine Geologie.
   1. Abschnitt. Kosmische und geophysikalische Geologie.
      A. Die Erde als Weltkörper.
      B. Die physikalische Beschaffenheit der Erde.
         Das Gewicht der Erde. Die Temperatur der Erde: Klimatologie und Paläoklimatologie. Die Atmosphäre. Der Erdmagnetismus. Die Elastizität des Erdkörpers. Das Erdinnere.
   2. Petrogenetische Geologie.
      Die Erstarrungsgesteine. Die Sedimentgesteine. Die kristallinen Schiefer.
   3. Biologische Geologie.
   4. Dynamische Geologie.
      A. Die endogenen Kräfte.
         1. Diastrophismus, 2. Vulkanismus, 3. Gesteinsmetamorphose.

III. Das Wirken der Kräfte der Erdoberfläche.
   A. Die Verwitterung. B. Die Abtragung.
      1. Bewegung loser Massen infolge der Schwere, 2. Transport durch die Tierwelt, 3. Tätigkeit des Wassers, 4. Tätigkeit des Eises, 5. Tätigkeit der Luft, 6. Erosion und Relief.
   C. Bildung der Absatzgesteine. D. Der Fossilisationsprozeß.

IV. Das Zusammenwirken der endogenen Kräfte am Bilde der Erdoberfläche.

[1] TORNQUIST, Angewandte Geologie:
a) Die Gesteinsverwendung und Beurteilung.
   1. Bausteine, 2. Schottergesteine, 3. Gesteinsuntersuchung zur Fundamentierung von Hochbauten.
b) Das Auffinden nutzbarer Gesteine und Minerallagerstätten, c) Das Auffinden von Tiefenwässern, d) Die Berechnung der Wärme in der Erdtiefe, e) Die Abwehr zerstörender Wirkungen exogener Kräfte, f) Die Beurteilung des Ackerbodens auf geologischer Grundlage.

B. Die exogenen Kräfte.

a) Wirkungen des Wassers. b) Die Wirkungen der Atmosphäre. c) Die Wirkungen der Organismen.

5. Morphogenetische Geologie.

1. Die Gliederung der Erdoberfläche in Kontinente und Meereströge. 2. Die Großformen. 3. Die Kleinformen der Erdoberfläche.

In der Art der Illustrierung, der Auswahl der Bilder und auch in der Form der Behandlung des Stoffes ist sowohl Schaffer wie Tornquist dem verbreiteten Kayser'schen Buch überlegen. In der sachlichen Kritik, welche an die Beurteilung der einzelnen noch zur Diskussion stehenden Fragen gelegt wird, weichen die beiden jüngeren Autoren von der älteren, z. T. ausführlicheren Darstellung mehrfach ab.

Leider ist der Preis gerade der Tornquist'schen Geologie I derart hoch, daß er der Verbreitung des gut geschriebenen Buches recht hinderlich sein dürfte. Eine Gegenüberstellung der Preise einiger neuer oder in neuer Auflage erscheinender Lehrbücher von ähnlichem Inhalt ist nicht ohne Interesse:

Tornquist: Geologie I kostet brosch. 27 *M*, geb. 30 *M*.
Tornquist: Grundzüge der allgemeinen Geologie, geh. 9.20 *M*, geb. 10.50 *M*.
E. Kayser: Allgemeine Geologie 22.40 *M*, geb. 25 *M*.
Schaffer: Grundzüge der allgemeinen Geologie. Preis 17 *M*.
Frech: Allgemeine Geologie, 3. Aufl. (früher: Aus der Vorzeit der Erde), brosch. 6 *M*, geb. 7.50 *M*.

Im einzelnen ist über die die allgemeine Geologie behandelnden 3 Lehrbücher folgendes zu bemerken:

Eine gründliche Umarbeitung erfordert in Tornquist's Geologie I in einer neuen Auflage — für die die Bemerkungen bestimmt sind — der Abschnitt über Salzgeologie: Während die Namen anderer Autoren hervorgehoben sind, werden Lachmann und Arrhenius, von denen besonders der erste wirklich grundlegende Gedanken über die Salzstöcke und ihre Deformationen begründet hat, nur kurz gestreift. Die teils bekannten, teils erst in neuester Zeit von Lachmann in das rechte Licht gerückten Eigenschaften des Steinsalzes sind:

1. Die leichte Löslichkeit hat zur Folge, daß jede den Salzkörper berührende Dislokation neue, und zwar sehr erhebliche Massenverschiebungen zur Folge hat. Wenn auch die zuerst gewählte Bezeichnung autoplast nicht ganz glücklich war und daher auch von ihm und Arrhenius später durch das Bild der Schmelzung und Regelation des Gletschereises ersetzt wurde, so beschränkt sich doch der später auch von Lachmann angenommene tektonische Einfluß auf Bildung von Salzekzemen nur auf den allerersten Anstoß.

Die typischen Ekzeme an der Küste des Golfes von Mexiko und die in ihrer Verteilung auf alte Flußläufe hinweisenden Siebenbürger Salzstöcke haben mit tektonischen Dislokationen überhaupt nichts zu tun, sie beruhen vielmehr ausschließlich auf chemischen Vorgängen, deren Bedeutung somit viel mehr gewürdigt werden muß, als es in dem sub 1 zitierten Lehrbuch geschieht.

2. Falls eine tektonische Dislokation einen Steinsalzkörper in großer, jenseits der Flüssigkeitsgrenze des Wassers liegenden Erdtiefe trifft, kommt ein anderer, vornehmlich durch Milch hervorgehobener Faktor, die leichte Plastizität des reinen Steinsalzes, in Frage. In höheren wie in geringeren Tiefen entspricht also der sogenannte „Salzhorst“ bestenfalls einem ganz vorübergehenden Zustand.

In den meist sorgfältig abgewogenen, auf modernem Standpunkte stehenden Ausführungen von Tornquist's Allgemeiner Geologie I wird eine zusammenhängende Behandlung der Bodenbildung vermißt. Nach Anschauung des Ref. darf die Bodenbildung nicht nur im Zusammenhang mit der Wirkung des Wassers (p. 414 ff.) oder der Verwitterung (p. 497—501) stehen, sondern muß als solche erörtert werden. Wenn im folgenden für künftige Auflagen noch einige Verbesserungen vorgeschlagen werden, so beziehen sich diese auf eigene Forschungen des Ref.:

Tornquist's Geologie I p. 323—324. Gründlich verfehlt ist die von Mercalli und Lacroix vorgeschlagene Einteilung der Eruptionstypen, die Verf. für die zweckmässigste hält; d. h. die Einteilung könnte mit einigen grundsätzlichen Änderungen der Benennung und einigen weiteren Verbesserungen die Grundlage für eine andere Gruppierung bilden, welche dann im allgemeinen mit der erprobten Einteilung in Lavavulkane, Aschen- und gemischte Vulkane übereinstimmen würde. Lacroix und Mercalli unterscheiden: 1. Stromboli-Hawai-Typus, 2. Vulcano-Typus, 3. Bandai-San-Typus, 4. Pelé-Typus. Hiervon entspricht 1. den Lavavulkanen, unter denen aber der Stromboli durch seine steilere Bergform von den Schildvulkanen (Hawai-Island) unterschieden ist; Stromboli bildet eine seltene Ausnahmsphase, Hawai einen Haupttypus. 2. Der Vulcano-Typ ist ganz unerklärlicherweise durch „flüssige Lava, rasch erstarrend“ gekennzeichnet! [Ref., der einer der wenigen Geologen ist, der den Volcano- nicht Vulcano-Ausbruch 1889 eingehend beobachtet und auch darüber in leicht zugänglichen Arbeiten berichtet hat, konnte sich wie alle übrigen Beobachter (z. B. Baltzer) überzeugen, daß Lava gänzlich fehlt! Der „Vulcano-Typus“ Mercalli's ist also tatsächlich mit dem Bandai-San-Typus (3) ident: Denn „Es werden (p. 324) nur Gase und Asche mit einer großen Menge von Projektilen etc. in die Luft gesprengt. Lava fließt nicht aus“. Im Text ist auch der „Vulcano-Typus“ als mit dem des Ätna und der allermeisten Vesuv-

Eruptionen (p. 324) ident richtig gekennzeichnet worden.] 4. Auch bei der Kennzeichnung des Pelé-Typ ist die „Quellkuppe" (bezw. Felsnadel), welche p. 336, 340 und 342 erwähnt wird, übergangen. Wollte man die Einteilung berichtigen, so ist als Bezeichnung für den „Vulcano-Typus" der des Vesuv, besser seine vesuvianische, nicht die Plinianische oder Haupteruptions-Phase einzusetzen. Der Bandai-San-Typus ist als Volcano- (nicht Vulcano-) Phase zu bezeichnen. Der Pelé-Typus ist wesentlich durch das Auftreten von häufigen Quellkuppen gekennzeichnet, während die Glutwolke eine nur einmal beobachtete, also bisher als Ausnahme zu bezeichnende Erscheinung ist. Am Bandai-San selbst handelte es sich um Maar-bildende Gasexplosionen von lokalem Umfang, während im Volcano-Krater die seltenen Ausbrüche dem Hauptkrater entsprechen. Ref., der das Glück hatte, Vesuv, Volcano und Stromboli im Zustand der Eruption zu beobachten, richtet diese Kritik, wie kaum erwähnt zu werden braucht, nicht gegen den Verf. des Lehrbuches, sondern gegen Mercalli, dessen Einteilung unbegreiflicherweise alle Beobachtungstatsachen verwechselt oder auf den Kopf stellt.

Zu Tornquist I p. 362. Wenn Seebeben erwähnt werden, so ist die Wirkung der untermeerischen Rutschungen auf das Zurückweichen des Ozeans und die Wiederkehr einer gewaltigen Flutwelle nicht genügend betont. Auch die wichtigen japanischen Tsunamis und ihre Beschränkung auf die pazifischen Seiten der Japanischen Inseln ist unerwähnt geblieben.

Zu Tornquist I p. 382. Lachmann hat gerade nicht die Plastizität, sondern vielmehr die Löslichkeit der Salze für die eigentümliche Form der Dislokationen der Ekzeme verantwortlich gemacht. Er nimmt, und zwar mit Recht, die leichte Löslichkeit der Salze als den für die eigentümliche Form der Ekzeme wirksamsten Faktor an.

Zu Tornquist I p. 411. Gehängerutsche und Muren stehen nicht in der sehr engen, vom Verf. angenommenen Beziehung. Die Rutschungen beruhen wesentlich auf einer unter der Oberfläche vor sich gehenden Auflösung, die Muren sind periodisch eintretende Oberflächenerscheinungen. Die gesamte Bedeutung der Muren als ein auch in der Vorzeit wirksamer Vorgang der Hochgebirgsabtragung (Steinkohlenkonglomerate!) ist überhaupt nicht genügend gewürdigt.

Zu Tornquist I p. 468. In der Erörterung der Arbeit des Eises ist die geologisch wichtige Tätigkeit der Lawinen sowohl an und für sich wie in bezug auf die Entstehung alpiner Gletscher übergangen. Irrtümlich ist die im Zusammenhang hiermit stehende Angabe, daß die „wannenförmig" ausgeräumten Nischen oder Kare zu den „augenfälligsten Einwirkungen des fließenden Eises" gehören. Die Entstehung der Karböden beruht auf dem Schutz der ruhenden

Firn- oder Eismassen, die Entstehung ihrer Wände aber auf Einwirkung des in seiner Bedeutung nicht hinlänglich gewürdigten Spaltenfrostes und der Lawinen, welche letztere ebenfalls, wie erwähnt, übergangen werden. Eine gewisse Lücke ist ferner die viel zu kurze, nur ½ Seite (p. 208) betragende Darstellung des Landeises sowie die Auslassung des norwegischen Plateau-Eises und der Bergfußgletscher. Ohne eine etwas ausführlichere Behandlung dieser Fragen hängt die Darstellung des norddeutschen und des alpinen Quartärs (p. 202 ff., 468 ff.) in der Luft.

Zu p. 472, Abb. 193. Jannu, nicht Tannu.

Zu Tornquist I p. 519. Gegenüber den vorstehenden Auslassungen fällt die viel zu ausführliche Behandlung kontroverser Fragen in der Tektonik auf. Angesichts der schlagenden Widerlegung, welche die Ideen Stille's über die angebliche „Rahmenfaltung des deutschen Bodens" von verschiedenen Seiten erfahren haben, angesichts des an den Profilen Stille's von Lachmann geführten Nachweises, daß es sich überhaupt gar nicht um Faltung, sondern um den entgegengesetzten Vorgang, um Zerrung und Bruch gehandelt hat, ist eine gründliche Umarbeitung des Abschnittes (p. 519—521) erforderlich. Abgesehen von der berichtigten Beurteilung der „Faltungsachsen" Stille's beruht ein großer Teil seiner jüngeren „Faltungen" auf den unrichtig gedeuteten Salzekzemen. Mit der wirklichen Rahmenfaltung, die Suess im mediterranen Gebiet nachwies und begründete, hat die deutsche „Rahmenfaltung" deshalb nichts zu tun, weil es sich um Brüche und Absinken oder aber um chemische Vorgänge handelt. Nachdem als Ergänzung der „Malm-Faltung" und der „obersenonen Faltung" etc. ein übereinstimmender Vorgang sogar in der oberen Trias, d. h. der frühe Beginn der Ekzembildung im Allertal nachgewiesen ist (May), sollte endlich wenigstens in Lehrbüchern die „saxonische Faltung" zur längst verdienten Ruhe kommen. Auch über die Frage, ob die geometrischen Analogien des Gebirgsbaus im Sinne von L. Green, M. Lévy, Bertrand und Deecke (p. 503—530) in ein kurzes Lehrbuch gehören, kann man besonders angesichts der oben betonten, sehr erheblichen Lücken geteilter Meinung sein, da, wie Verf. selbst richtig sagt, „von diesem Rhythmus der Oberflächengestaltung ebenso viele Abweichungen existieren" (p. 506).

Zu Tornquist I p. 535. Wenn Verf. die z. T. unwahrscheinlichen, z. T. geradezu unmöglichen Konstruktionen Termier's, Kober's u. a. über den Deckenbau der Ostalpen in einem doch für die Einführung gedachten Lehrbuch in recht kritischer Form erwähnt, so mußten auch die Beobachtungen von F. F. Hahn über die in älteren Faltungsphasen erfolgenden Überschiebungen der nördlichen Kalkalpen und die Feststellungen des Ref. Erwähnung finden, nach denen das Mesozoicum, vor allem aber das Paläozoicum im Norden und Süden der Ostalpen gänzlich verschieden entwickelt

ist. Hiernach ist viel weniger die vom Verf. betonte „Unsicherheit der Entscheidung“ als eine unbedingte Ablehnung der angeblich einheitlichen und etwa gleichzeitig entstandenen Riesendecken der Ostalpen notwendig. Eine viel kürzere Behandlung all derartiger Hypothesen ist jedenfalls erforderlich. Eine gänzliche Auslassung in einem doch für die Einführung bestimmten Lehrbuche wäre kein Fehler, — denn wie soll ein Anfänger sich ein Bild von diesen widerspruchsvollen und nur vorübergehend wirksamen Hypothesen machen?

Im Gegensatz zu der Kontroverspredigt, als welche sich der Inhalt der tektonischen Geologie bei Tornquist kurz kennzeichnen läßt, liefert die Darstellung des gleichen Gegenstandes von F. X. Schaffer eine gleichmäßig abgewogene, fortlaufende Darstellung. Durch die wesentlich einheitlichere und straffere Disposition [1] wird sehr viel Raum gespart. Auch ist die Berücksichtigung aller Gebiete viel gleichmäßiger durchgeführt als bei Tornquist. Als Lücke ist mir nur die Bodenkunde und die Nichtberücksichtigung der Wirkung der Lawinen auf die Entstehung der Kare und Hochgebirgsgletscher aufgefallen [wie denn Schaffer die Allgemeine Geologie des Ref. weder erwähnt noch überhaupt zu kennen scheint]. Von den Abbildungen sind besonders die schönen Bilder der Verwitterung und Zersetzung nach den Vorlagen des Naturhistorischen Hofmuseums, sowie Ansichten aus Kleinasien erwähnenswert und interessant [2]. **Frech.**

[1] Tornquist gerät durch die Abtrennung einer petrogenetischen von der dynamischen Geologie wiederholt in die unangenehme Lage, denselben Gegenstand an zwei verschiedenen Orten zu behandeln. Die Gletscher kommen z. B. einerseits unter petrogenetischer Geologie als solche und ferner in ihrer Wirkung auf den Untergrund bei der Exodynamik vor — was ein ganz zweifelloser Nachteil für Lektüre und Vorlesung ist.

[2] Vgl. die kritische Besprechung von B. Weigand, Die Naturwissenschaften. 5. 108–109. 1917.

1. Januar 1917 No. 1

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, Fr. Frech, Th. Liebisch
in Marburg in Breslau in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1917 ab jährlich

Mk. 12.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 12.—, werden daher vom 1. Januar 1917 ab zusammen auf Mk. 67.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 18.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.
Dr. Max Buchner.
Heidelberg Brunnengasse 14
übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von
Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern
nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

15. Januar 1917 No. 2

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1917 ab jährlich

Mk. 12.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55. und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 12.—, werden daher vom 1. Januar 1917 ab zusammen auf Mk. 67.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 18.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

1. Februar 1917 No. 3

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1917 ab jährlich

Mk. 12.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 12.—, werden daher vom 1. Januar 1917 ab zusammen auf Mk. 67.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 18.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg — Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit —

15. Februar 1917 No. 4

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

A. g. XIII.

Inhalt.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1917 ab jährlich

Mk. 12.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55. und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 12.—, werden daher vom 1. Januar 1917 ab zusammen auf Mk. 67.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 18.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Soeben erschien:

Paläontologie von Timor

nebst kleineren Beiträgen zur Paläontologie einiger anderer Inseln des ostindisch. Archipels.

Paläontologische Ergebnisse der Expeditionen G. A. F. Molengraaff (1910—1911), J. Wanner (1909 u. 1911) und F. Weber (1910—1911) unter Mitwirkung von Fachgenossen und mit Unterstützung von E. Waldthausen

herausgegeben von

Prof. Dr. J. Wanner, Bonn a. Rh.

Liefg. 1. Dr. O. A. Welter: Die obertriadischen Ammoniten und Nautiliden von Timor. 258 Seiten mit 36 Tafeln und 108 Textfiguren. Subskriptionspreis Mk. 45.—, Einzelpreis Mk. 60.—.

Liefg. 2. Prof. Dr. Joh. Felix: Jungtertiäre und quartäre Anthozoen von Timor und Obi. 1. Teil. — Dr. R. Schubert: Die Foraminiferen des jüngeren Paläozoikums von Timor. — Dr. H. Gerth: Die Heterastridien von Timor. — Dr. E. Jaworski: Die Fauna der obertriadischen Nuculamergel von Misol. — 174 Seiten mit 9 Tafeln. Subskriptionspreis Mk. 24.—, Einzelpreis Mk. 30.—.

Liefg. 3. Dr. C. A. Haniel (†): Die Cephalopoden der Dyas von Timor. — 153 Seiten mit 11 Tafeln und 38 Textfiguren. Subskriptionspreis Mk. 24.—, Einzelpreis Mk. 30.—.

Liefg. 4. Dr. E. von Bülow: Orthoceren und Belemnitiden der Trias von Timor. — P. Vinassa de Regny: Triadische Algen, Spongien, Anthozoen und Bryozoen aus Timor. — 118 S. mit 16 Taf. und 27 Textfig. Subskriptionspreis Mk. 24.—, Einzelpreis Mk. 30.—.

Liefg. 5. P. Tesch: Jungtertiäre und quartäre Mollusken von Timor. I. Teil. — O. A. Welter: Die Ammoniten und Nautiliden der ladinischen und anisischen Trias von Timor. — 136 S. mit 23 Taf. und 29 Textfig. Subskriptionspreis Mk. 26.—, Einzelpreis Mk. 32.—.

Liefg. 6. Prof. Dr. Joh. Wanner: Die permischen Echinodermen von Timor. — 328 Seiten mit 19 Tafeln und 87 Textfiguren. Subskriptionspreis Mk. 55.—, Einzelpreis Mk. 70.—.

Liefg. 7. Prof. Dr. F. Broili: Die permischen Brachiopoden von Timor. 104 S. mit 13 Taf. Subskriptionspreis M. 24.—, Einzelpr. M. 30.—

Zoologie von Timor

Ergebnisse der unter Leitung von Joh. Wanner im Jahre 1911 ausgeführten Timor-Expedition herausgegeben von

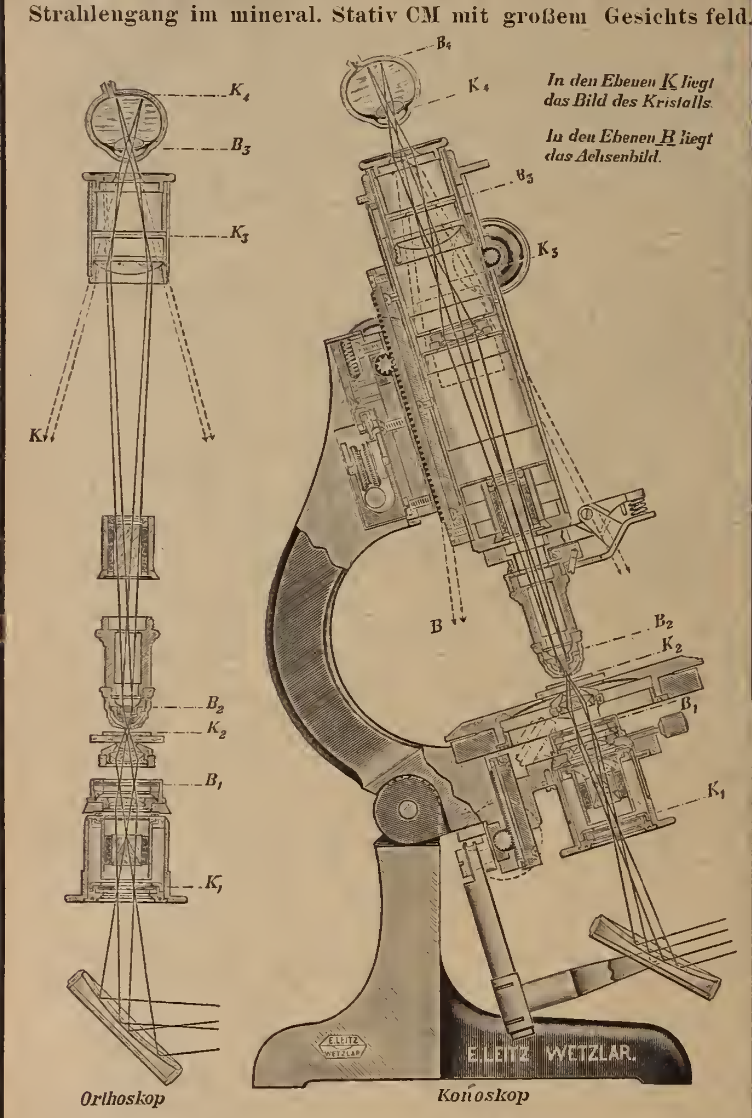
C. B. Haniel.

Liefg. 1. C. E. Hellmayr: Die Avifauna von Timor. — 112 Seiten mit 1 Farbtafel. Subskriptionspreis Mk. 17.50, Einzelpreis Mk. 20.—.

Liefg. 2. E. Schwarz: Säugetiere von Timor. 24 Seiten mit 8 Tafeln. — E. Frizzi: Vier Timoresen-Schädel. 26 Seiten mit 5 Lichtdruck- und 14 graphischen Tafeln. Subskriptionspreis Mk. 20.—, Einzelpreis Mk. 24.—.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.



Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

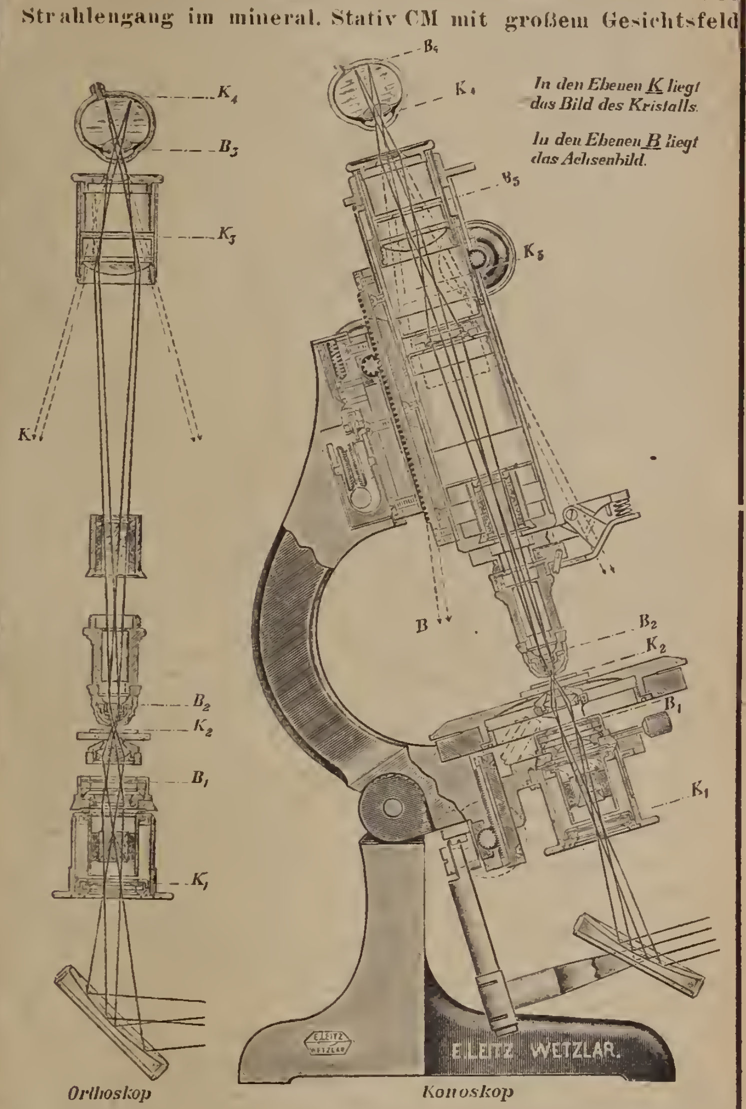
Man verlange neue Liste No. 100.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.
St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag
von
Dr. W. Soergel,
Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung
gehalten am 18. Dezember 1913 von
Prof. Dr. J. F. Pompeckj, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. — Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung
von
Dr. Manfred Bräuhäuser.

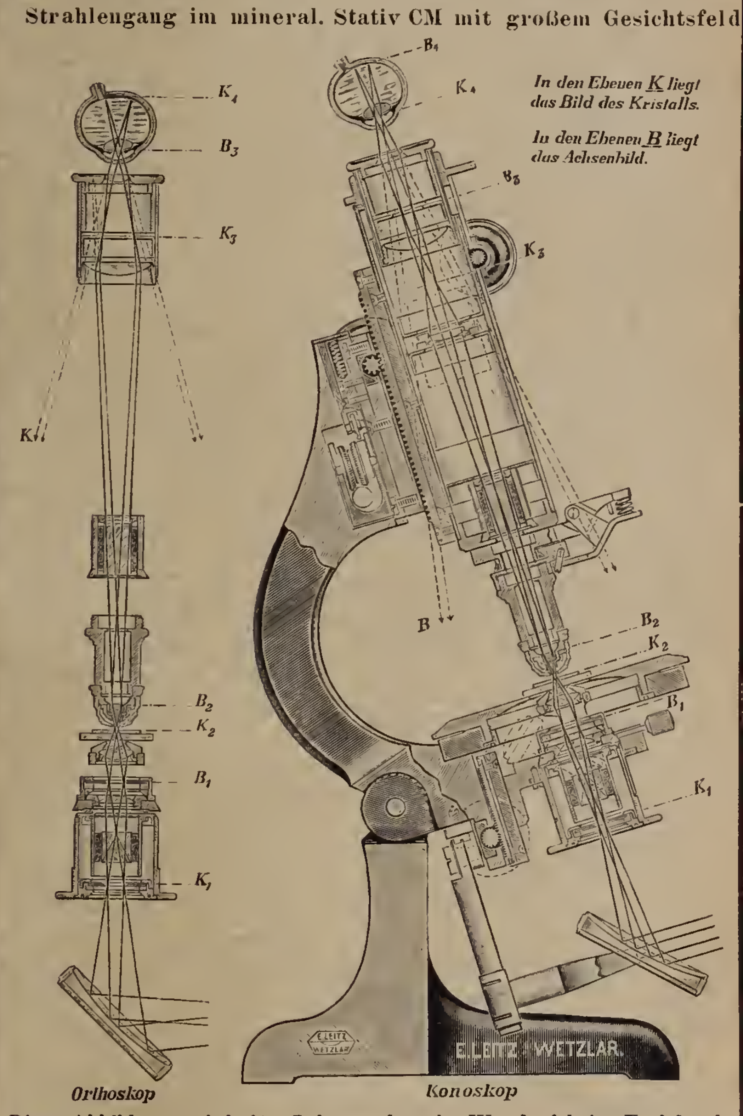
8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.
Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

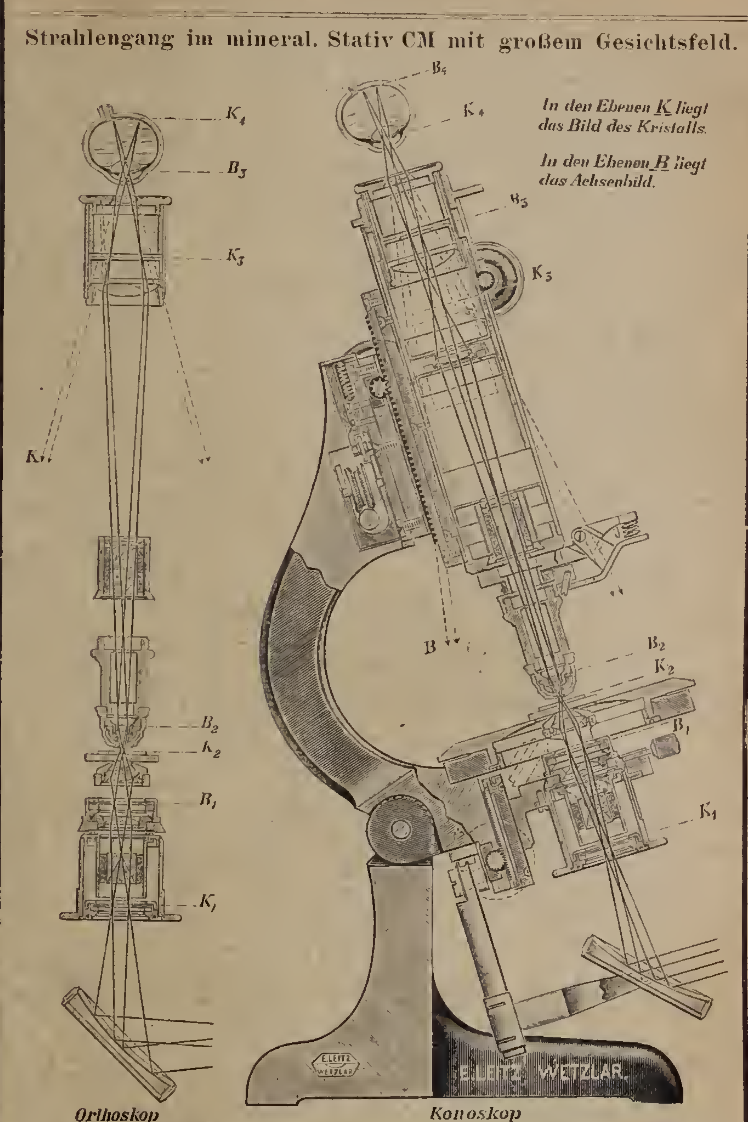
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. J. F. Pompeckj, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. ═══ Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

1. März 1917 No. 5

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

Dieser Nummer ist beigefügt ein Prospekt von **Theodor Steinkopff, Verlag, Dresden,** betr. **Doelter,** Handbuch der Mineralchemie etc.

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1917 ab jährlich

Mk. 12.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55. und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 12.—, werden daher vom 1. Januar 1917 ab zusammen auf Mk. 67.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 18.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

15. März 1917 No. 6

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

A. g. XIII.

Inhalt.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg — Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere

von

Prof. Dr. O. Abel, Wien.

Gr. 8°. 724 Seiten mit 470 Textfiguren.

Preis geb. M. 18.—.

Das Werk behandelt: I. Die Geschichte und Entwicklung der Palaeontologie. II. Die Überreste der fossilen Wirbeltiere. III. Die Wirbeltiere im Kampfe mit der Außenwelt. IV. Die Palaeobiologie und Phylogenie — und legt die strenge Gesetzmäßigkeit dar, nach der sich seit den ältesten Zeiten organischen Lebens die Anpassung auf der Erde vollzieht.

Ein gewaltiges Wissens- und neues Arbeitsgebiet ist in diesem Buche erörtert und eröffnet; das Werk wird von keinem Palaeontologen unberücksichtigt gelassen werden können.

1. April 1917 No. 7

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere

von

Prof. Dr. **O. Abel**, Wien.

Gr. 8°. 724 Seiten mit 470 Textfiguren.

Preis geb. M. 18.—.

Das Werk behandelt: I. Die Geschichte und Entwicklung der Palaeontologie. II. Die Überreste der fossilen Wirbeltiere. III. Die Wirbeltiere im Kampfe mit der Außenwelt. IV. Die Palaeobiologie und Phylogenie — und legt die strenge Gesetzmäßigkeit dar, nach der sich seit den ältesten Zeiten organischen Lebens die Anpassung auf der Erde vollzieht.

Ein gewaltiges Wissens- und neues Arbeitsgebiet ist in diesem Buche erörtert und eröffnet; das Werk wird von keinem Palaeontologen unberücksichtigt gelassen werden können.

15. April 1917 No. 8

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
Nägele & Dr. Sproesser

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

E Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere

von

Prof. Dr. **O. Abel**, Wien.

Gr. 8°. 724 Seiten mit 470 Textfiguren.

Preis geb. M. 18.—.

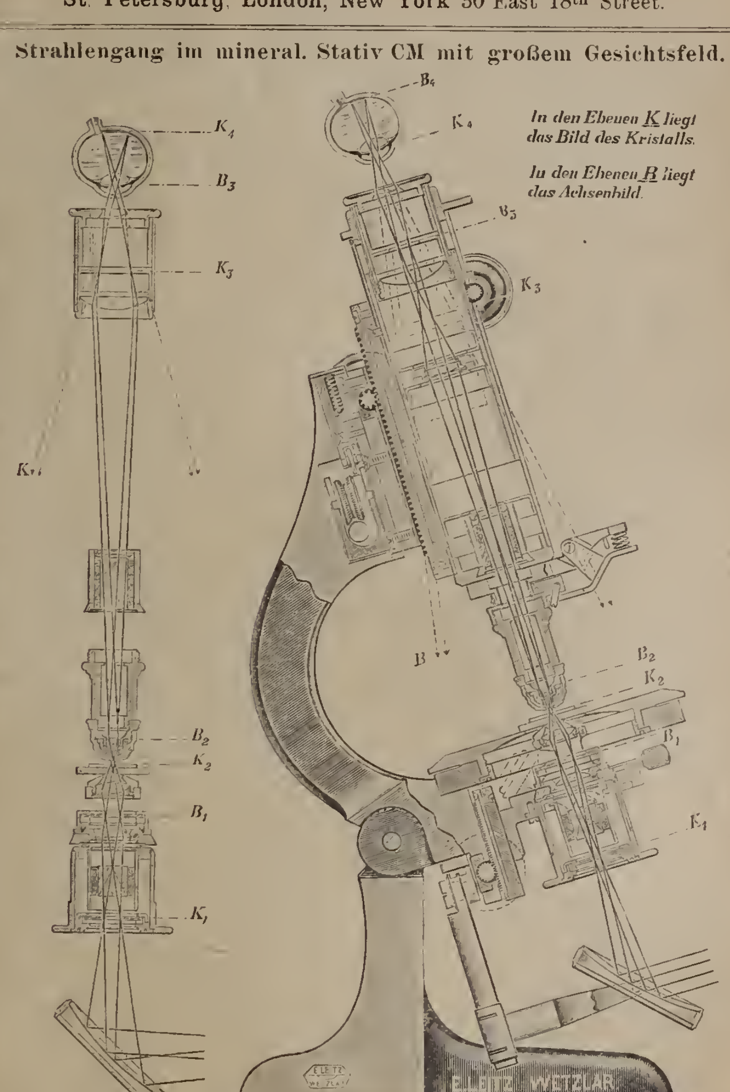
Das Werk behandelt: I. **Die Geschichte und Entwicklung der Palaeontologie.** II. **Die Überreste der fossilen Wirbeltiere.** III. **Die Wirbeltiere im Kampfe mit der Außenwelt.** IV. **Die Palaeobiologie und Phylogenie** — und legt die strenge Gesetzmäßigkeit dar, nach der sich seit den ältesten Zeiten organischen Lebens die Anpassung auf der Erde vollzieht.

Ein gewaltiges Wissens- und neues Arbeitsgebiet ist in diesem Buche erörtert und eröffnet: das Werk wird von keinem Palaeontologen unberücksichtigt gelassen werden können.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser,
in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. J. F. Pompeckj, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

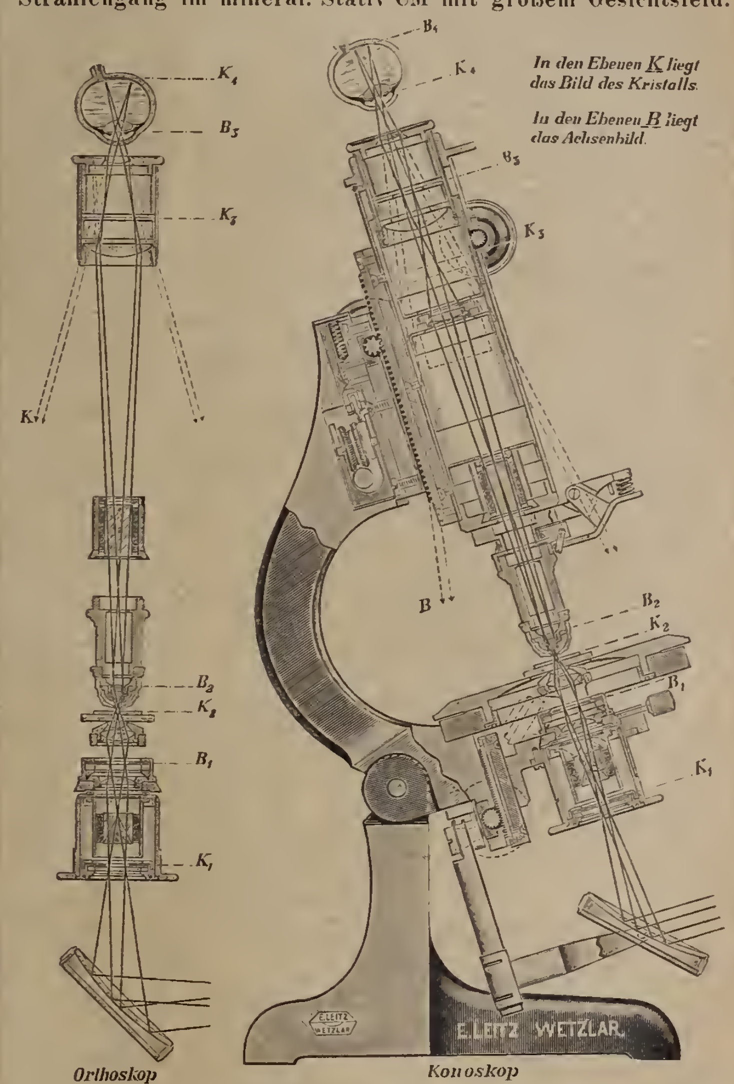
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser,
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.

St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. J. F. Pompeckj, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

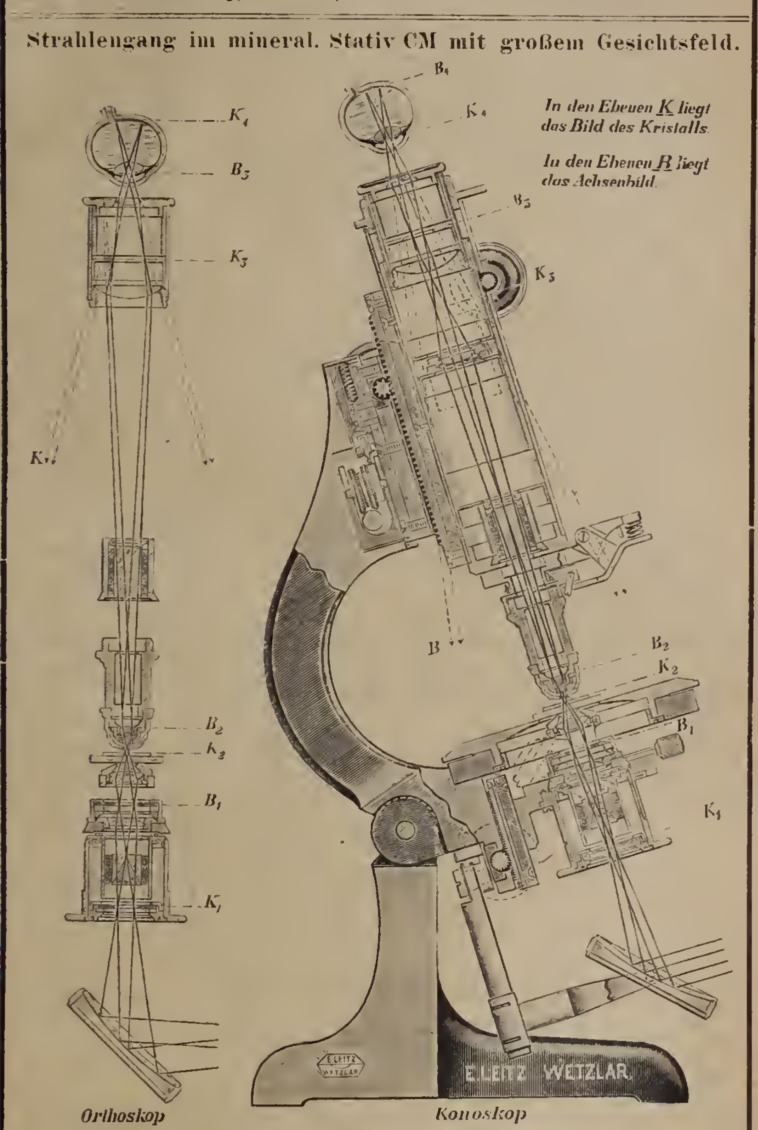
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. — Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. **4.80**, geb. Mk. **5.60**.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3.

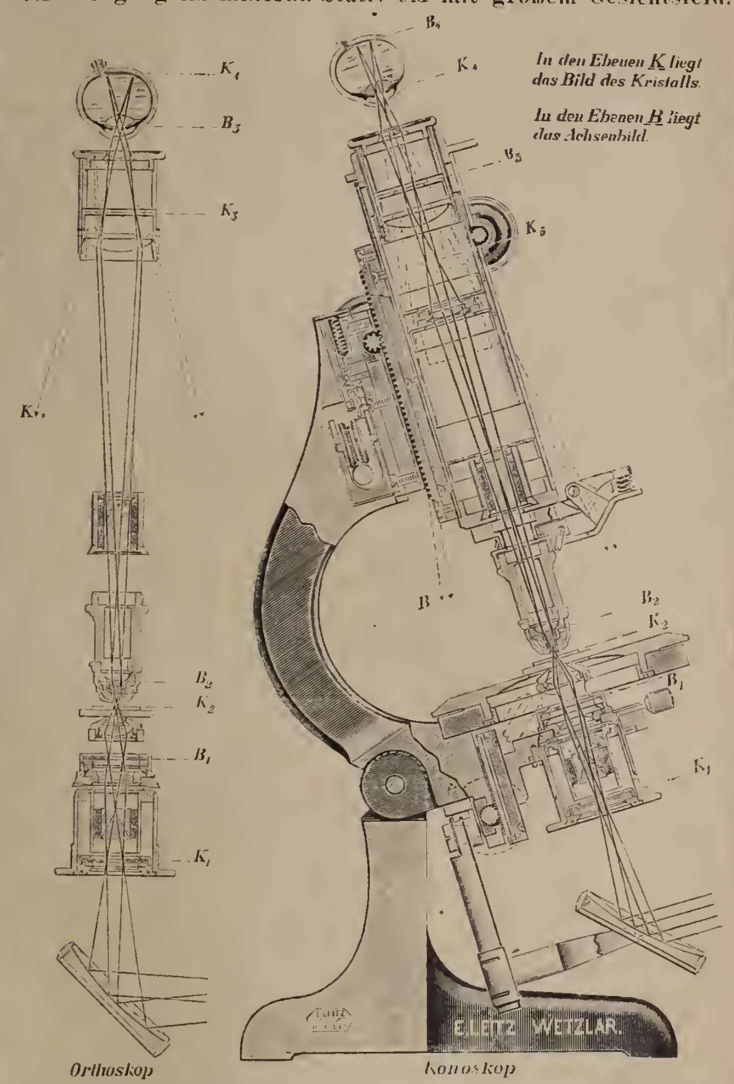
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.

St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0.60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Nägele & Dr. Sproesser, in Stuttgart.

Soeben erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. **W. Soergel,**

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj,** Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung, Nägele & Dr. Sproesser, Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

1. u. 15. Mai 1917 No. 9 u. 10

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,

Erzen,

Gesteinen,

Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Die kristallinen Schiefer

des Laacher Seegebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit

von

Geh. Rat Prof. Dr. Reinhard Brauns.

Gr. 4⁰. 18 Tafeln mit 68 Fig. — In Mappe. Preis Mk. 24.—.

Ein für jeden Mineralogen und Petrographen hochbedeutsames Werk.

1. u. 15. Juni 1917 No. 11 u. 12

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung,
(Erwin Nägele).

Dieser Nummer ist beigefügt ein Prospekt der Verlagsbuchhandlung **Edward Kummer in Leipzig**, betr. **Rabenhorst**, Kryptogamenflora (Lebermoose).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Die kristallinen Schiefer

des Laacher Seegebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit

von

Geh. Rat Prof. Dr. Reinhard Brauns.

Gr. 4°. 18 Tafeln mit 68 Fig. — In Mappe. Preis Mk. 24.—.

Ein für jeden Mineralogen und Petrographen hochbedeutsames Werk.

1. u. 15. Juli 1917 No. 13 u. 14

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg **Fr. Frech,** in Breslau **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,
Erzen,
Gesteinen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Die kristallinen Schiefer

des Laacher Seegebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit

von

Geh. Rat Prof. Dr. Reinhard Brauns.

Gr. 4°. 18 Tafeln mit 68 Fig. — In Mappe. Preis Mk. 24.—.

Ein für jeden Mineralogen und Petrographen hochbedeutsames Werk.

1. u. 15. August 1917 No. 15 u. 16

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter!

Um den Herausgebern und dem Verlag ein Urteil über die Gesamtkosten-Berechnung und die Stoffeinteilung zu ermöglichen, werden die Herren Mitarbeiter des Neuen Jahrbuches, die ihren Aufsätzen Textfiguren oder Tafeln beigeben wollen, dringend ersucht, über die Zahl der Illustrationen und ihre Herstellungskosten durch den Zeichner (bezw. Photographen) der Redaktion einen möglichst genauen Voranschlag einzureichen.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuches für Mineralogie etc.



E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Die kristallinen Schiefer

des Laacher Seegebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit

von

Geh. Rat Prof. Dr. Reinhard Brauns.

Gr. 4⁰. 18 Tafeln mit 68 Fig. — In Mappe. Preis Mk. 24.—.

Ein für jeden Mineralogen und Petrographen hochbedeutsames Werk.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW,** Luisenstr. 45.
St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.

In den Ebenen K liegt das Bild des Kristalls.

In den Ebenen B liegt das Achsenbild.

K_4 B_3 K_3 K_1 B_2 K_2 B_1 K_1

B_4 K_4 B_3 K_3 B B_2 K_2 B_1 K_1

E. LEITZ WETZLAR

Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj,** Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW**, Luisenstr. 45.

St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.

In den Ebenen K liegt das Bild des Kristalls.

In den Ebenen B liegt das Achsenbild.

Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag
von
Dr. **W. Soergel**,
Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung
gehalten am 18. Dezember 1913 von
Prof. Dr. **J. F. Pompeckj**, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung
von
Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.
Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

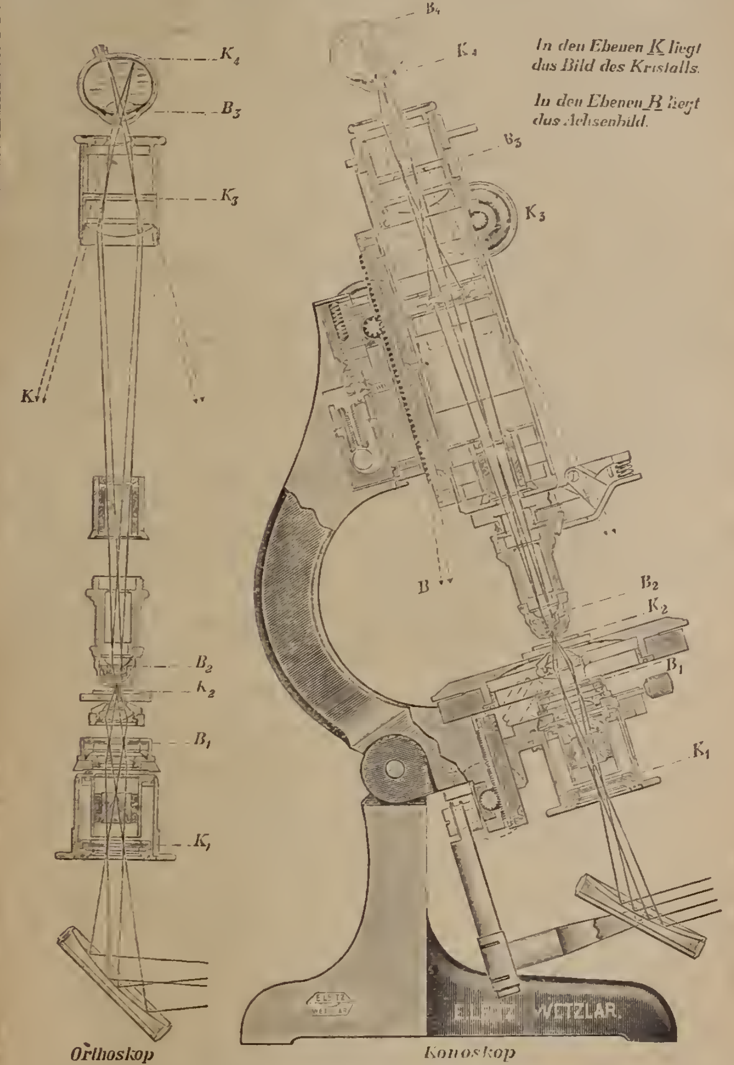
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz**, **Berlin NW**, Luisenstr. 45.

St. Petersburg, London, New York 30 East 18th Street.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren, Luminiszenzlampe. Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate. Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. J. F. Pompeckj, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. ═══ Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Professor Dr. M. Dittrich, chemisches Laboratorium, Nachf.

Dr. Max Buchner.

Heidelberg Brunnengasse 14

übernimmt die Ausführung **chemischer** Untersuchungen von

Mineralien,

Erzen,

Gesteinen,

Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Spezialmethoden. — Zu näheren Auskünften gern bereit. —

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Mikroskopische

Physiographie

der Mineralien und Gesteine

von

H. Rosenbusch-Heidelberg.

Vierte Auflage.

Bd. I:

Die petrographisch wichtigen Mineralien.

1. Hälfte: Allgemeiner Teil. Von E. A. Wülfing. Mk. 20.—.
2. „ Spezieller Teil. Von H. Rosenbusch. Mk. 20.—.

Bd. II:

Massige Gesteine. Von **H. Rosenbusch.**

1. Hälfte: Tiefen- und Ganggesteine. Mk. 26.—.
2. „ Ergußgesteine. Mk. 34.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj,** Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

1. u. 15. September 1917 No. 17 u. 18

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg
Fr. Frech, in Breslau
Th. Liebisch in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

An die Herren Mitarbeiter!

Um den Herausgebern und dem Verlag ein Urteil über die Gesamtkosten-Berechnung und die Stoffeinteilung zu ermöglichen, werden die Herren Mitarbeiter des Neuen Jahrbuches, die ihren Aufsätzen Textfiguren oder Tafeln beigeben wollen, dringend ersucht, über die Zahl der Illustrationen und ihre Herstellungskosten durch den Zeichner (bezw. Photographen) der Redaktion einen möglichst genauen Voranschlag einzureichen.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuches für Mineralogie etc.

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

A. Osann, Beiträge zur chemischen Petrographie. II. Teil: Analysen der Eruptivgesteine aus den Jahren 1884—1900. Mit einem Anhange: Analysen isolierter Gemengteile. Preis Mk. 16.—. (Preis von Teil I Mk. 9.—.)

1. u. 15. Oktober 1917 No. 19 u. 20

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem

Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer, in Marburg, **Fr. Frech** †, in Breslau, **Th. Liebisch** in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter!

Um den Herausgebern und dem Verlag ein Urteil über die Gesamtkosten-Berechnung und die Stoffeinteilung zu ermöglichen, werden die Herren Mitarbeiter des Neuen Jahrbuches, die ihren Aufsätzen Textfiguren oder Tafeln beigeben wollen, dringend ersucht, über die Zahl der Illustrationen und ihre Herstellungskosten durch den Zeichner (bezw. Photographen) der Redaktion einen möglichst genauen Voranschlag einzureichen.

Redaktion und Verlag
des Neuen Jahrbuches für Mineralogie etc.

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,
Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

1. u. 15. November 1917 No. 21 u. 22

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

M. Bauer †, in Marburg
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag

des

Neuen Jahrbuchs für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

(Erwin Nägele)

Stuttgart, Johannesstr. 3a.

1. u. 15. Dezember 1917 No. 23 u. 24

Centralblatt
für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

in Verbindung mit dem
Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Herausgegeben von

R. Brauns, in Bonn
Th. Liebisch, in Berlin
J. F. Pompeckj, in Berlin



STUTTGART 1917
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele).

A. g. XIII.

Inhalt.

Original-Mitteilungen etc.

Besprechungen.

An die Herren Mitarbeiter.

Wir bitten, die für das **Neue Jahrbuch bezw. Centralblatt** für **Mineralogie, Geologie** und **Paläontologie** bestimmten Abhandlungen, Referate und Originalmitteilungen etc. aus den Gebieten:

1. **Kristallographie, Mineralphysik, Mineralchemie, Einzelne Mineralien, Vorkommen von Mineralien, Meteoriten** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **R. Brauns, Bonn,** Min.-petr. Institut;
2. **Allgemeine Geologie, Dynamische Geologie, Experimentelle Geologie, Radioaktivität, Petrographie, Lagerstätten nutzbarer Mineralien** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **Th. Liebisch, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43;**
3. **Geologische Karten, Regionale Geologie, Historische Geologie, Paläontologie** an Herrn Geheimrat Prof. Dr. **J. F. Pompeckj, Berlin N. 4, Invalidenstr. 43** gelangen lassen zu wollen.

Redaktion und Verlag

des

Neuen Jahrbuchs für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

R. Brauns. Th. Liebisch. J. F. Pompeckj.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung

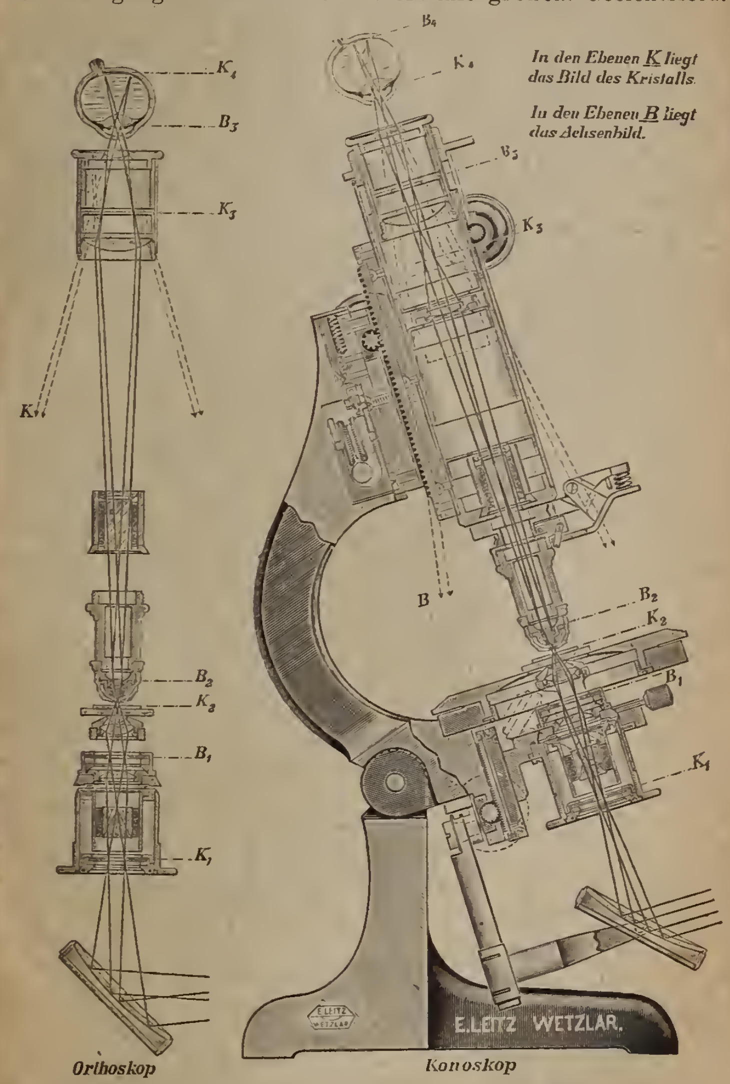
(Erwin Nägele)

Stuttgart, Johannesstr. 3a.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj,** Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. ═══ Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

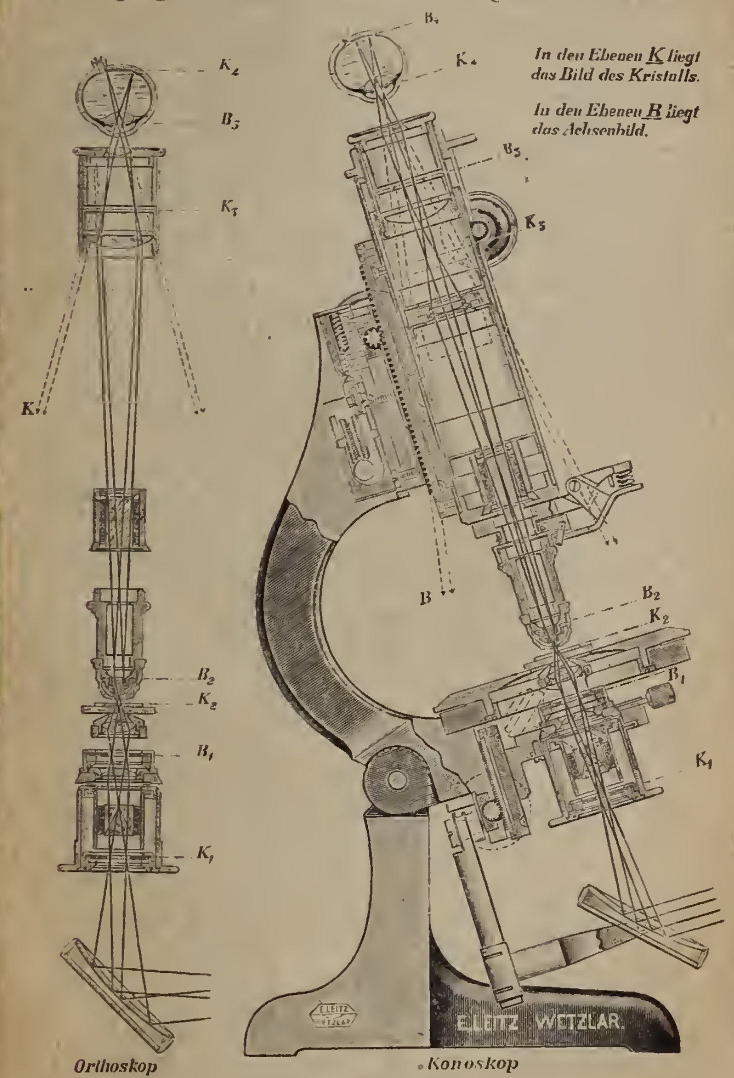
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland Ernst Leitz, Berlin NW, Luisenstr. 45.
Vertretung für München Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele)
in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. W. Soergel,

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. J. F. Pompeckj, Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

Die Bodenschätze Württembergs.

Eine Uebersicht über die in Württemberg vorhandenen Erze, Salzlager, Bausteine, Mergel, Tone, Ziegelerden, Torflager, Quellen u. s. f., ihre Verbreitung, Gewinnung und Verwertung

von

Dr. Manfred Bräuhäuser.

8°. 325 Seiten mit 37 Abbildungen.

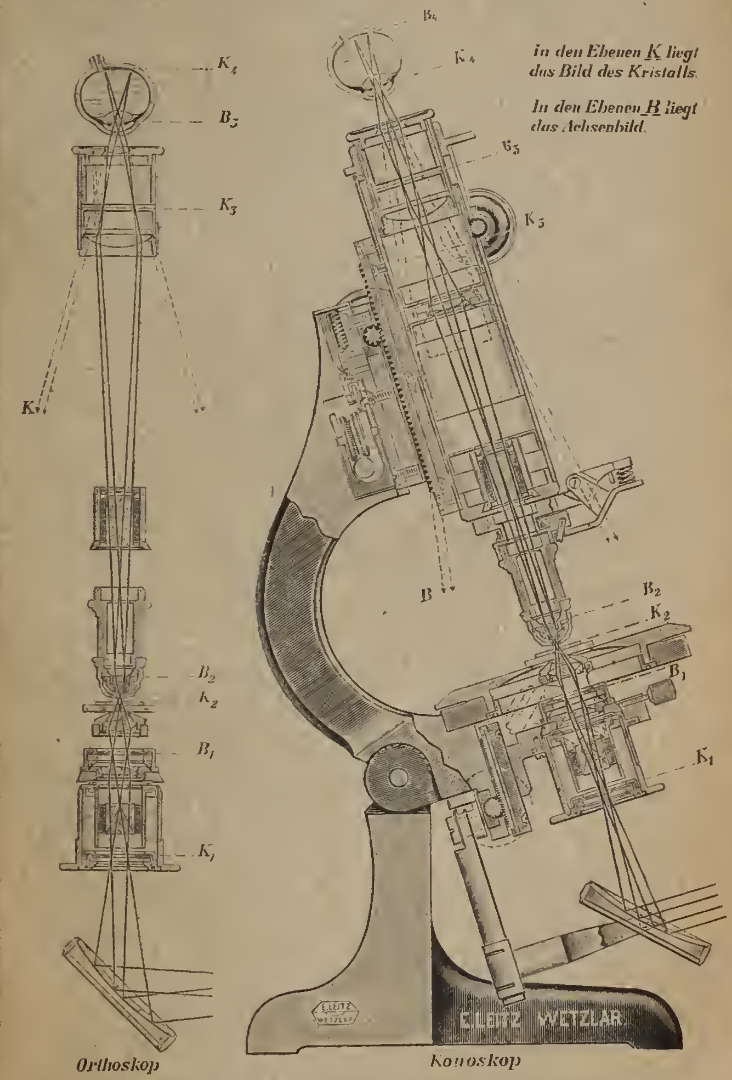
Preis brosch. Mk. 4.80, geb. Mk. 5.60.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele),
Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW**, Luisenstr. 45.
Vertretung für München **Dr. A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele) in Stuttgart.

Vor kurzem erschien:

Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente.

Habilitations-Vortrag

von

Dr. **W. Soergel,**

Privatdozent für Geologie u. Paläontologie a. d. Universität Tübingen.

8°. 53 Seiten. — Preis ℳ 2.80.

Die sehr interessante Schrift wird wesentlich zur Klärung der Frage über die Gestaltung des Antlitzes unserer Erde beitragen. Es wird sich daher nicht nur jeder Geologe und Paläontologe sondern auch jeder Geograph mit den Gedankengängen dieser Broschüre eingehend befassen müssen.

Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte.

Akademische Antrittsvorlesung

gehalten am 18. Dezember 1913 von

Prof. Dr. **J. F. Pompeckj,** Tübingen.

gr. 8°. 64 Seiten. Preis Mk. 1.80.

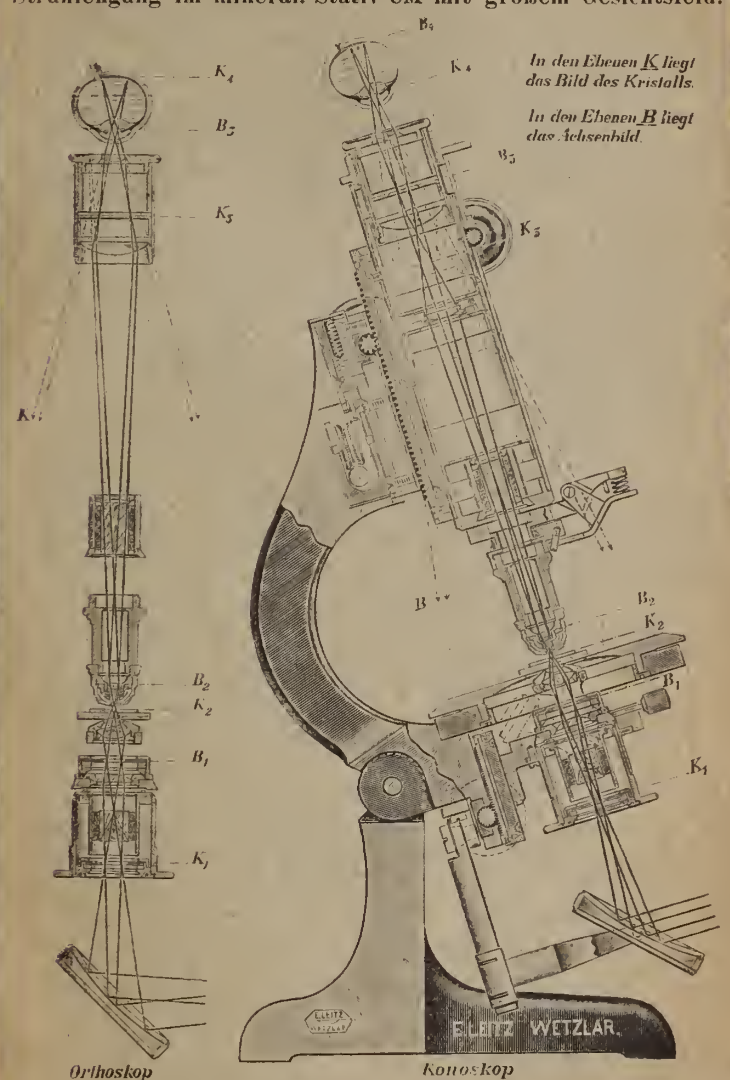
Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.

Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

E. Leitz, Wetzlar, Optische Werke

Vertretung für Norddeutschland **Ernst Leitz, Berlin NW**, Luisenstr. 45.
Vertretung für München **Dr. A. Schwalm**, Sonnenstr. 10.

Strahlengang im mineral. Stativ CM mit großem Gesichtsfeld.



Orthoskop *Konoskop*

Diese Abbildung wird für Lehrzwecke als Wandtafel in Farbdruck 0,60×0,85 m groß an Interessenten kostenlos abgegeben.

Mineralogische Mikroskope. Ultrakondensoren,
Mineral. Demonstrations- u. Projektionsapparate.
Apparate für Mikrophotographie.

Man verlange neue Liste No. 100.

Die Abonnenten des Neuen Jahrbuches bezw. Centralblattes für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

erlauben wir uns, erneut darauf hinzuweisen, daß infolge der ständigen Preissteigerungen im Druckgewerbe das Centralblatt für Mineralogie etc. vom 1. Januar 1918 ab jährlich

Mk. 14.—

kosten wird. Beide Zeitschriften, das Neue Jahrbuch für Mineralogie etc. mit Mk. 55.— und das Centralblatt für Mineralogie etc. mit Mk. 14.—, werden daher vom 1. Januar 1918 ab zusammen auf Mk. 69.— zu stehen kommen. Für Nichtabonnenten des Neuen Jahrbuches stellt sich der Preis des Centralblattes für Mineralogie auf Mk. 20.—.

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele).

Dr. N. Sahlbom, Stockholm (Schweden)

Privatlaboratorium

Wissenschaftliche Mineral-, Gesteins- und Erzanalysen

Referenzen der ersten Autoritäten

Prof. Dr. Max Dittrich, chemisches Laboratorium,

Nachf. Dr. Max Buchner, Inh. Dr. Hermann Hecht

Heidelberg, Brunnengasse 14 Fernsprecher 596

übernimmt die Ausführung **chemischer Untersuchungen** von

Mineralien,
Gesteinen,
Erzen,
Quell- und Mineralwässern

nach bewährten Verfahren. Zu näheren Auskünften gern bereit.

Verlag der E. Schweizerbart'schen Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele), Stuttgart, Johannesstr. 3.
Druck von C. Grüninger, K. Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg (Klett & Hartmann), Stuttgart.

Centralblatt für Mineralogie,
Geologie und Paläontologie.
1917

QE 1
.C3
1917

Centralblatt für
und Paläontolog

Date Loaned

Borrower's

AMNH LIBRARY
100224881